



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 73/2025

# Synteesiraportti: Kestävä ruokavalio ja ruokajärjestelmä

Merja Saarinen ja Hanna-Maija Karikallio (toim.)



# **Synteesiraportti: Kestävä ruokavalio ja ruokajärjestelmä**

**Merja Saarinen ja Hanna-Maija Karikallio (toim.)**

**Kirjoittajat:**

**Merja Saarinen, Hanna-Maija Karikallio, Hanna Hartikainen, Hannele Heusala,  
Sanna Hietala, Arto Huuskonen, Terho Hyvönen, Csaba Jansik, Lauri Jauhiainen,  
Kirsi Järvenranta, Elina Karimaa, Liisa Keto, Venla Kyttä, Anniina Lehtilä,  
Heikki Lehtonen, Maria Leino, Ilkka Leinonen, Kristiina Lång,  
Riina Muilu-Mäkelä, Jyrki Niemi, Olli Niskanen, Pirjo Peltonen-Sainio,  
Oona Pietiläinen, Marketta Rinne, Susanna Rokka, Kati Räsänen, Kaija Saarni,  
Frans Silvenius, Kirsi Silvennoinen, Terhi Suojala-Ahlfors, Kirsi Usva,  
Jaana Uusi-Kämpä, Perttu Virkajärvi ja Virpi Vorne**

**Viittausohje:**

Saarinen, M. & Karikallio H.-M. (toim.) 2025. Synteesiraportti: Kestävä ruokavalio ja ruokajärjestelmä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 73/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 144 s.

**Viittausohje yksittäiseen artikkeliin:**

Kyttä, V. & Saarinen, M. 2025. Suomessa kulutettujen elintarvikkeiden ilmasto- ja lajikatovai-  
kutuksista on saatavilla kattavia aineistoja. Julkaisussa: Saarinen, M. & Karikallio H.-M. (toim.).  
Synteesiraportti: Kestävä ruokavalio ja ruokajärjestelmä. Luonnonvara- ja biotalouden  
tutkimus 73/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 37–39.

Merja Saarinen ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0002-4375-7682>



ISBN 978-952-419-106-7 (Verkkojulkaisu)

ISSN 2342-7639 (Verkkojulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-106-7>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Merja Saarinen, Hanna-Maija Karikallio, Hanna Hartikainen, Hannele Heusala, Sanna Hietala, Arto Huuskonen, Terho Hyvönen, Csaba Jansik, Lauri Jauhiainen, Kirsi Järvenranta, Elina Karimaa, Liisa Keto, Venla Kyttä, Anniina Lehtilä, Heikki Lehtonen, Maria Leino, Ilkka Leinonen, Kristiina Lång, Riina Muilu-Mäkelä, Jyrki Niemi, Olli Niskanen, Pirjo Peltonen-Sainio, Oona Pietiläinen, Marketta Rinne, Susanna Rokka, Kati Räsänen, Kaija Saarni, Frans Silvenius, Kirsi Silvennoinen, Terhi Suojala-Ahlfors, Kirsi Usva, Jaana Uusi-Kämppe, Perttu Virkajärvi ja Virpi Vorne

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2025

Julkaisuvuosi: 2025

Kannen kuva: Tapio Tuomela / Luken arkisto

# Synteesin ydinviestit

**Tämä synteesi käsittelee suomalaisen ruokavalion ja ruokajärjestelmän kestävyttä useista näkökulmista painottaen ympäristönäkökulmia.** Ruoan ympäristövaikutuksia voi vähentää vaikuttamalla tuotantoon ja kulutukseen. Synteesi on tarkoitettu tukemaan vuonna 2024 päivitettyjen suomalaisten ravitsemussuositusten ympäristökestävyyteen liittyvien näkökulmien tulkintaa. Ympäristökestävyys on tuossa päivityksessä sisällytetty ensimmäistä kertaa ravitsemussuositusten ruokasuositusosioon. Ravitsemussuosituksista poiketen tämän synteesin taustaoletuksena on kansallinen pyrkimys ylläpitää suhteellisen korkeaa ruoan omavaraisuutta huoltovarmuuden turvaamiseksi. Ruoan omavaraisuus edellyttää kotimaisen tuotannon kannattavuutta. Suomalaisella ruoalla, esimerkiksi viljalla, on myös vientipotentiaalia.

**Ruoan ympäristökestävyys sisältää ympäristövaikutukset ruokajärjestelmän eri tasoilla.** Muutokset yhdellä tasolla heijastuvat myös toisiin tasoihin. Ympäristönäkökulmasta **alkutuotanto** on tärkein. Sen toiminnot ovat suorimmin ja laajimmin vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa, ja sieltä kumpuaa myös suurin osa elintarvikkeiden ja ruokavalioiden ympäristövaikutuksista. **Elintarvikkeet ja ruokavaliot** ovat sen sijaan suorimmin yhteydessä ravitsemukseen.

**Kasviperäisten elintarvikkeiden ympäristövaikutukset ovat yleensä pienemmät kuin eläinperäisten. Kun vaikutuksia tarkastellaan ravitsemuksellisen tehtävän suhteen, erot tasoittuvat osittain.** Ympäristövaikutusten arviointimenetelmät tarkentuvat vielä, ja menetelmävalinnat vaikuttavat tuloksiin. Esimerkiksi maaperän hiilivaraston muutoksen sisällyttäminen arviointiin kasvattaa kaikkien elintarvikkeiden ilmastovaikutuksia. Jos vertailu tehdään tuotemassan sijaan elintarvikkeen ravitsemuksellisen tehtävän suhteen, vähenevät esimerkiksi täysjyväviljatuotteiden ympäristövaikutukset jalostetumpiin viljapohjaisiin elintarvikkeisiin verrattuna. Lisäksi tuotantomenetelmien muutokset vaikuttavat elintarvikkeiden ympäristövaikutuksiin, minkä vuoksi arvioinnin tulokset vaihtelevat ja muuttuvat ajassa.

**Kasvivoittoisemmilla, ruokasuositusten mukaisilla ruokavaliolla on potentiaalia vähentää ruokavalion ympäristövaikutuksia.** Ravitsemussuositusten saavuttaminen edellyttää kuitenkin monia muutoksia nykyiseen keskimääräiseen ruokavalioon. Ympäristön kannalta yksi keskeisimmistä muutoksista on lihan kulutuksen vähentäminen. Vegaaniruokavalioiden ympäristövaikutukset ovat yleensä pienimmät, mutta niihin liittyy myös eniten epävarmuuksia sekä ravitsemuksellisista että ympäristöllisistä näkökulmista. Myös kotimaisten kalojen käyttö voi pienentää ruokavalion ympäristökuormitusta. Erityisesti pienillä kaloilla on yleensä vähäiset ilmastovaikutukset, ja niiden pyynti voi samalla auttaa poistamaan ravinteita vesistöistä.

**Ruokavaliomuutos ei yksin riitä maatalouden ympäristötavoitteiden saavuttamiseen. Muutosta tarvitaan sekä ruokavaliioon että maatalouspolitiikkaan.** Ruokajärjestelmämallinuksissa ruokavaliomuutos vähentää kansallisia maatalouden ilmastopäästöjä vain vähän taustalla vaikuttavan, tuotantoa ohjaavan taloudellisen dynamiikan takia. Maatalouden päästöjen kehitys on keskeistä, koska ilmastotavoitteiden saavuttamista seurataan kansallisten, tuotannosta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen perusteella. Ruokavaliolle ei ole asetettu kansainvälisiin sopimuksiin perustuvia päästövähennystavoitteita, mutta **ruokavaliomuu-  
tosta tarvitaan ruokajärjestelmämuutoksen tueksi.**

**Ruokavaliomuutos voi johtaa ympäristötavoitteille epäedullisiin seurauksiin pellonkäytössä ja peltojen ilmastopäästöissä.** Suomessa suurin yksittäinen maatalouden ilmastopäästöjen lähde on eloperäisten maiden pellot. Suuri osa eloperäisten maiden pelloista tuottaa nykyisin nurmea nautakarjalle. Ruokasuositukset suosittavat lihan kulutuksen vähentämistä, mikä voi vähentää nurmiviljelyn tarvetta. Ruokasuositukset suosittavat myös kasvisten ja ko-kojyväviljan kulutuksen lisäämistä. Useimmat niistä ovat yksivuotisia viljelykasveja, joiden yksipuolinen viljely voi aiheuttaa pinta-alaa kohden enemmän ilmastopäästöjä kuin nurmet tai monimuotoiset viljelykierrot. Päästöjen vähentämisen näkökulmasta eloperäisten maiden viljelyn vähentäminen ja viljelyn monimuotoisuuden lisääminen pitää varmistaa maatalouden ympäristöpolitiikalla, jossa ympäristö- ja maatalouspoliittiset tavoitteet on integroitu. Ilman ohjausta eloperäisten maiden peltojen nurmiviljely voi osittain vaihtua yksivuotisten kasvien viljelyyn, mikä pienentäisi ruokavaliomuutoksella saatavaa maatalouden päästövähennystä.

**Globaali kysyntä, hinnat ja maataloustuet muodostavat yhdessä maatalouden ja maati-  
lojen olennaiset toimintaedellytykset.** Arvoketjut ovat maatalouden päätuotteissa globaaleja ja viennin merkitys suuri. Mahdollisuus viennin kasvattamiseen voi johtaa siihen, että peltonkäyttö ja maatalouden kokonaistuotanto muuttuvat vähemmän kuin pelkkien ruokavaliomuutosten perusteella voisi odottaa.

**Maatalouden tuottavuutta ja ympäristökestävyyttä voi parantaa samanaikaisesti monin tavoin.** Esimerkiksi uudistava viljely parantaa satovarmuutta edistämällä maan kasvukuntoa, hiilensidontaa ja luonnon monimuotoisuutta. Kotieläintuotannossa eläinten ravitsemuksessa voidaan hyödyntää entistä tehokkaammin ihmisravinnoksi kelpaamattomia teollisuuden sivuvirtoja ja nurmia, jolloin ihmiset ja eläimet eivät kilpaile samasta ravinnosta.

# Tiivistelmä

Merja Saarinen<sup>1</sup> ja Hanna-Maija Karikallio<sup>2</sup> (toimittajat)

<sup>1</sup> Luonnonvarakeskus, Jokioinen

<sup>2</sup> Luonnonvarakeskus, Viikki

Tämä synteesiraportti tarkastelee suomalaisten ruokavalioiden ja ruoantuotantojärjestelmien kestävyttä erityisesti ympäristönäkökulmasta, mutta huomioi myös ravitsemukselliset, taloudelliset ja sosiaaliset ulottuvuudet. Raportti tukee vuoden 2024 päivitettyjen ravitsemussuosittelusten tulkintaa, joissa ympäristökestävyys on ensimmäistä kertaa integroitu ruokasuositukseen. Synteesi tarjoaa ajankohtaiseen tutkimustietoon perustuvan kokonaiskuvan ja pohjan kestävyden edistämiseksi suomalaisessa ruokajärjestelmässä.

Ympäristöpainotuksen ohella synteesin taustaoletuksena on kansallinen pyrkimys ylläpitää korkeaa ruoan omavaraisuutta huoltovarmuuden turvaamiseksi. Ruokaturva on keskeinen osa kestävyttä, ja sen merkitys on korostunut viime vuosien globaalien kriisien myötä. Suomessa ruokaturvaa tukevat puhtaat luonnonvarat, suhteellinen etu kotieläintuotannossa ja korkea elintarviketurvallisuus. Toisaalta tuotanto-olosuhteet ovat haastavat erityisesti kasvinviljelylle.

Raportti koostuu viidestä temaattisesta kokonaisuudesta: elintarvikkeiden ympäristövaikutukset, ruokavalioiden kestävyysnäkökulmat, alkutuotannon ympäristövaikutukset ja niiden vähentämiskeinot, Suomen ruoantuotannon erityispiirteet ja ruokavaliomuutoksen ja ruokajärjestelmän vuorovaikutus. Näissä käsitellään muun muassa eri tuoteryhmien ilmasto- ja muita ympäristövaikutuksia, vaihtoehtoisten ruokavalioiden ilmasto- ja biodiversiteettivaikutuksia, ravitsemuksen roolia, ruokavalioiden ilmastovaikutusten ja terveystaikutusten suhdetta, ruokahävikin roolia, maatalouden rakennetta, päästöjä ja kestävää tehostamista, nurmitalouden roolia, maidon ja naudanlihan tuotannollista suhdetta ja ruokavaliomuutosten vaikutuksia tuotantoon ja ympäristöön.

Kasviperäisten elintarvikkeiden ympäristövaikutukset ovat keskimäärin pienempiä kuin eläinperäisten, joskin ravitsemuksellinen tarkastelu tasoittaa osittain eroja. Ruokavaliomuutos kasvipainotteisemmaksi vähentäisi ruokavalioiden ympäristövaikutuksia, mutta ruokajärjestelmän ympäristövaikutusten näkökulmasta se ei yksinään riitä – tarvitaan myös muutoksia maatalouspolitiikassa ja kestäväen tehostamisen toimia alkutuotannossa. Ilmastopäästöjen kannalta keskeistä on eloperäisten maiden viljelyn vähentäminen ja viljelykiertojen monipuolistaminen.

Raportti korostaa kokonaiskuvan merkitystä: ruokavalioiden ja tuotantojärjestelmien kestävyys muodostuu monien tekijöiden yhteisvaikutuksesta, ja ne ovat toistensa kanssa vuorovaikutuksessa. Elintarvikevalinnat vaikuttavat suoraan ruokavalioiden ja välillisesti ruoantuotantoon, ja kansainväliset markkinat vaikuttavat erityisesti tuotantojärjestelmiin.

**Asiasanat:** ruoka, ruokavalio, maatalous, puutarhatalous, kalatalous, ympäristövaikutukset, kestävyys, kestävyysmurros, ruokavaliomuutos, ravitsemussuositukset

## Abstract

Merja Saarinen<sup>1</sup> and Hanna-Maija Karikallio<sup>2</sup> (editors)

<sup>1</sup> Natural Resources Institute Finland, Jokioinen

<sup>2</sup> Natural Resources Institute Finland, Viikki

This synthesis report examines the sustainability of Finnish diets and food production systems, with a particular focus on environmental aspects, while also considering nutritional, economic and social dimensions. The report supports the interpretation of the updated 2024 Finnish nutrition recommendations, in which environmental sustainability has been integrated into dietary guidance for the first time. The synthesis provides a comprehensive overview based on current research and serves as a foundation for promoting sustainability within the Finnish food system.

In addition to its environmental emphasis, the synthesis is based on the national objective of maintaining a high level of food self-sufficiency to ensure food security. Food security is a key component of sustainability, and its importance has been highlighted by recent global crises. In Finland, food security is supported by clean natural resources, a comparative advantage in livestock production, and high food safety standards. However, production conditions are challenging, particularly for crop cultivation.

The report is structured around five thematic areas: environmental impacts of food products, sustainability perspectives on diets, environmental impacts of primary production and mitigation strategies, specific characteristics of Finnish food production, and the interaction between dietary change and the food system. These sections address topics such as climate and environmental impacts of different food groups and alternative diets, the role of nutrition, the relationship between dietary climate and health impacts, food waste, agricultural structure, emissions and sustainable intensification, the role of grassland farming, the production link between milk and beef, and the effects of dietary change on production and the environment.

Plant-based foods generally have lower environmental impacts than animal-based foods, although nutritional analysis partly balances these differences. A shift towards more plant-based diets would reduce the environmental footprint of diets, but from a food system perspective, this alone is insufficient—changes in agricultural policy and sustainable intensification of primary production are also needed. Reducing cultivation on organic soils and diversifying crop rotations are key to lowering agricultural greenhouse gas emissions in Finland.

The report emphasizes the importance of a holistic perspective: the sustainability of diets and production systems results from the interaction of multiple factors. Food choices directly influence diets and indirectly affect production, while international markets particularly shape production systems.

**Keywords:** food, diet, agriculture, vegetable production, fishery, environmental impacts, sustainability, sustainable transition, dietary change, nutrition recommendations

# Sisällys

<b>1. Johdanto .....</b>	<b>10</b>
<b>2. Elintarvikkeiden ympäristövaikutukset.....</b>	<b>13</b>
2.1. Elinkaariarviointi kertoo tuotteen ympäristötehokkuudesta .....	13
2.2. Ravitsemus vertailuperustana tekee vertailusta mielekkäämpää.....	16
2.3. Suomessa tuotettujen elintarvikkeiden ympäristö-vaikutuksia on tutkittu todellisten arvoketjujen pohjalta.....	20
2.3.1. Maito ja maitotuotteet.....	23
2.3.2. Broilerinliha.....	25
2.3.3. Sianliha .....	26
2.3.4. Naudanliha .....	28
2.3.5. Kala .....	30
2.3.6. Kananmunat.....	31
2.3.7. Viljat.....	32
2.3.8. Kasvikset ja peruna.....	33
2.3.9. Palko- ja öljykasvit.....	35
2.4. Suomessa kulutettujen elintarvikkeiden ilmasto- ja lajikatovaikutuksista on saatavilla kattavia aineistoja.....	36
<b>3. Ruokavalioiden kestävyysnäkökulmia .....</b>	<b>39</b>
3.1. Ruokavalio on mielekäs ruoankulutuksen ympäristövaikutusten tarkastelutaso .....	39
3.2. Ruokavalion ympäristövaikutukset pienenevät siirryttäessä kasvivoittoisempaan ruokavalioon.....	40
3.2.1. Suomalaisten ruokavalioiden ilmastovaikutukset.....	41
3.2.2. Ruokavalioiden ilmasto- ja terveysvaikutusten suhde .....	43
3.2.3. Suomalaisten ruokavalioiden biodiversiteettivaikutukset .....	45
3.2.4. Ympäristövaikutusten kohdistuminen eri tuoteryhmiin .....	46
3.2.5. Vaikutusten kohdistuminen Suomeen ja tuontimaihin .....	48
3.3. Hävikin hallinta on olennainen osa kestävästä ruokajärjestelmä.....	49
3.3.1. Ruokahävikki.....	49
3.3.2. Metabolinen ruokahävikki.....	50
3.4. Taloudelliset syyt eivät ole ruokavaliomuutoksen tärkeimmät esteet.....	51
<b>4. Ruoan alkutuotannon ympäristövaikutukset ja keinot niiden vähentämiseen Suomessa .....</b>	<b>53</b>
4.1. Maaperällä on keskeinen rooli maatalouden ilmastopäästöissä .....	53
4.1.1. Tuotantoeläimet .....	56
4.1.2. Lannankäsittely .....	56

4.2.	Maataloudesta tulee paljon rehevöittäviä päästöjä – ratkaisuja etsitään aktiivisesti.....	57
4.2.1.	Kuormituksen vähentäminen .....	57
4.2.2.	Ravinteiden kierrätys .....	58
4.2.3.	Typen ja fosforin kulkureitit .....	58
4.2.4.	Pohja- ja pintavesien tilanne .....	58
4.2.5.	Nurmien aiheuttama fosforikuormitus.....	59
4.2.6.	Nurmien typpihuuhtouma.....	59
4.2.7.	Vihannesviljelyn aiheuttama ravinnekuormitus .....	60
4.3.	Biodiversiteetti on monitahoinen ilmiö – maatalous vaikuttaa siihen monin tavoin.....	60
4.4.	Maataloustuotannon kestävä tehostaminen on mahdollista .....	62
4.4.1.	Kasvintuotannon kestävä tehostaminen.....	62
4.4.2.	Nautakarjatuotannon kestävä tehostaminen.....	64
4.4.3.	Sivuvirtojen hyödyntäminen ja ravinteiden kierrätys.....	68
4.5.	Kalatalouteen liittyvät mahdollisuudet ja haasteita .....	69
<b>5.</b>	<b>Suomen ruoantuotannon erityispiirteitä kestävyysnäkökulmasta .....</b>	<b>71</b>
5.1.	Lyhyt ja viileä kasvukausi rajoittaa monien kasvien satoa .....	71
5.2.	Kauran elintarvikekäyttö on lisääntynyt ja monipuolistunut nopeasti.....	73
5.3.	Suomen ruokaturva on korkea – ruoantuotanto nojaa moniin tuontipankkeihin .....	76
5.4.	Maatalouden rakennekehitys on ollut nopeaa – kannattavuudessa haasteita .....	79
5.5.	Nurmitaloudella on Suomessa keskeinen merkitys.....	81
5.6.	Maidolla ja naudanlihalla on vahva tuotannollinen yhteys .....	82
5.6.1.	Maitosektorilta saatavan naudanlihan määrä.....	82
5.6.2.	Maidon ja naudanlihan tuotannon suhteeseen vaikuttavat tekijät.....	83
5.7.	Monipuolista, mutta alueellista keskittynyttä kasvisten tuotantoa.....	85
5.8.	Integroidulla kasvisuojelulla pyritään vähentämään kasvinsuojeluaineiden käytön riskejä ....	86
5.9.	Mikrobilääkkeitä eläimille vain todettuun tarpeeseen - käyttömääriä seurataan tarkasti .....	88
<b>6.</b>	<b>Muuttuvan ruokavalion ja ruokajärjestelmän yhtymäkohtia ja vuorovaikutussuhteita.....</b>	<b>90</b>
6.1.	Kasviproteiinituotannon mahdollisuudet .....	91
6.2.	Kasvisten tuotannon lisäämisen mahdollisuudet.....	93
6.3.	Täysjyväviljan käytön lisäämisen mahdollisuudet .....	94
6.3.1.	Täysjyväviljan käyttö on suositeltavaa ravitsemuksen ja ympäristön näkökulmasta .....	94
6.3.2.	Kasvupotentiaali omavaraisuuden ja viennin noususta.....	95
6.3.3.	Jatkossakin tarvitaan laatupuskuri takaamaan riittävät viljasadot.....	96
6.4.	Maidon ja naudanlihan yhteys ruokavalion näkökulmasta .....	97

6.5. Maatalouden tulevaisuuskuvia ruokavalion muuttuessa .....	98
6.6. Ruokavaliomuutoksen vaikutukset ruoka- ja maataloussektoriin ja sen ilmastovaikutuksiin .....	103
6.6.1. Maidontuotannon kehitys .....	107
6.6.2. Sian- ja siipikarjanlihantuotannon kehitys .....	108
6.6.3. Naudanlihantuotannon kehitys.....	110
6.6.4. Peltoalan kehitys .....	110
6.6.5. Maataloustulon ja työmenekin kehitys .....	112
<b>Viitteet.....</b>	<b>114</b>

# 1. Johdanto

*Merja Saarinen*

Ruoka on välttämätön hyödyke, jota tarvitsemme joka päivä elintoimintojemme, toimeliaisuutemme ja terveytemme ylläpitämiseksi. Ruokaturva<sup>1</sup> sisältyy YK:n kestävän kehityksen tavoitteisiin<sup>2</sup> ja on siten keskeinen kestävyystavoite Suomessa ja globaalisti. Ruokaturvan saavuttaminen ei ole millään muotoa itsestäänselvyys (FAO ym. 2025). Viime vuosina se on noussut uudella tavalla esille, kun esimerkiksi COVID-19-pandemia ja Venäjän hyökkäys Ukrainaan ja sitä seuranneet taloudelliset vastatoimet ovat ravistelleet maailman kauppasuhteita. Koska Ukraina on maailmanlaajuisesti tärkeä ruoantuotantoalue, sota siellä on vaikuttanut suoraan maailman ruokaturvaan. Samoin ilmastonmuutoksen eteneminen vaikuttaa ruoantuotannon mahdollisuuksiin eri puolilla maailmaa ja on paikoin jo alentanut satotasojä (Mbow ym. 2019).

Suomi on ruokaturvassa maailman kärkeä (Economist impact 2022). Ruokaturvasta huolehditaan muun muassa suhteellisen korkealla ruoan omavaraisuudella. Suomi on maailman pohjoisin maatalousmaa, jossa ilmasto- ja luonnonolosuhteet ovat johtaneet siihen, että ruoantuotannon suhteellinen etu on kotieläintuotannossa. Suomessa on runsaat makean veden varat, puhdas ilma sekä vähäisempi tuholaistorjuntatarve ja eläinten tautipaine kuin lämpimämissä ja tiheimmin asutetuissa olosuhteissa. Nämä ovat tekijöitä, jotka tukevat kestäväää maataloustuotantoa Suomessa. Pohjoisilla leveysasteilla päivän pituuden vaihtelut ja pitkät talvet pitävät kuitenkin peltokasvituotannon tuottavuuden heikkona verrattuna moniin eteläisempiin maihin. Puutarhatuotanto kattaa alle prosentin Suomen peltoalasta. Haastavista olosuhteista huolimatta se on kuitenkin Suomessa monipuolista ja taloudelliselta arvoltaan merkittävä osa maataloustuotantoa.

Ruoan tuotantoon liittyy meilläkin monia haitallisia tai ongelmallisia ilmiöitä, kuten merkittävää ympäristökuormitusta esimerkiksi ilmastoon, vesistöihin ja luonnon monimuotoisuuteen, minkä takia ruokajärjestelmään kohdistuu paljon muutospainetta. Perinteisesti ruoan ympäristövaikutuksia on pyritty vähentämään vaikuttamalla suoraan tuotantoon. Maataloustuotantoa on ohjattu maatalouden ympäristöpolitiikalla ja esimerkiksi kalankasvatusta ja eläintuotantoyksiköitä suorilla lupaehdoilla, joilla on pyritty vaikuttamaan toiminnan aiheuttamien päästöjen määrään. Tuotantoon kohdistuvan ohjauksen lisäksi katsetta on viime aikoina

---

<sup>1</sup> kaikilla ihmisillä on aina fyysisesti ja taloudellisesti saatavilla riittävästi turvallista ja ravitsevaa ruokaa, joka täyttää heidän ruokavaliotarpeensa ja ruokamieltymyksensä aktiiviseen ja terveelliseen elämään. Sisältää neljä ulottuvuutta: 1) Ruoan fyysinen saatavuus: elintarviketuotannon taso, varastotasot ja nettokauppa. 2) Taloudellinen ja fyysinen ruoan saavutettavuus: kotitalouksien ruokaturvaa, jota määrittää mm. kotitalouksien tulot, menot, elintarvikemarkkinat ja elintarvikkeiden hinnat. 3) Ruoan hyötykäyttö: yksilöiden ravitsemustila, yksilöiden riittävä energian ja ravintoaineiden saanti, johon vaikuttaa ruokailutavat, hoitokäytännöt, ruuan valmistaminen, ruokavaliön monipuolisuus ja kotitalouden sisäinen ruoan jakelu. 4) Kolmen muun ulottuvuuden vakaus ajan mittaan: Epäsuotuisat sääolosuhteet, poliittinen epävakaus tai taloudelliset tekijät (työttömyys, elintarvikkeiden hintojen nousu) voivat vaikuttaa elintarviketurvaan. (<https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/brief/food-security-update/whatis-food-security>)

<sup>2</sup> Tavoite 2 Zero hunger (UN 2015), [THE 17 GOALS | Sustainable Development](#)

suunnattu yhä enemmän myös ruoan kulutukseen ja ruokavalioihin ja niiden muutokseen, jolla on tarkoitus tukea siirtymää kestävämpään ruokajärjestelmään.

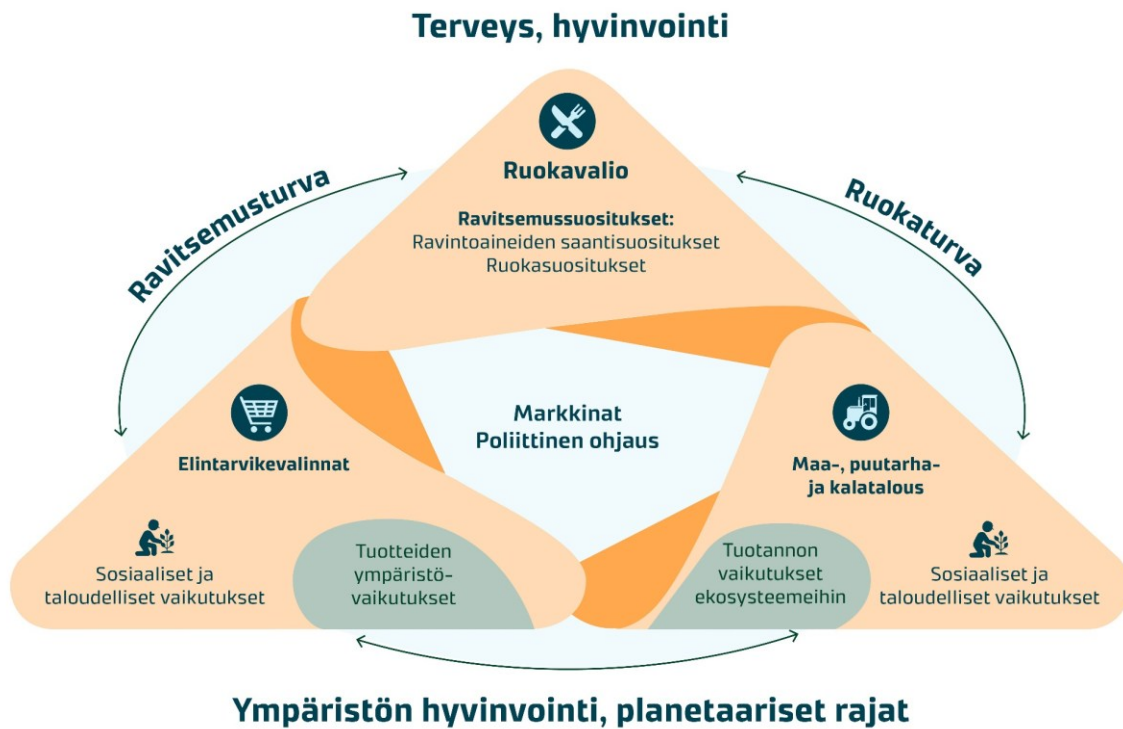
Kansallisilla ravitsemussuosituksilla (VRN 2014, VRN & THL 2024) pyritään ohjaamaan ruoankulutusta terveellisempään ja ympäristön kannalta kestävämpään suuntaan, ja ne vaikuttavat välillisesti myös ruuan tuotantoon Suomessa. Suomalaiset ravitsemussuositukset koostuvat ravintoaineiden saantisuosituksista ja ruokasuosituksista. Eri ravintoaineiden määrälliset saantisuositukset koskevat ruokavalioita ja yhdessä ne kuvaavat terveellisen ruokavalion. Ruokasuositukset on tarkoitettu avuksi terveellisemmän ruokavalion kokoamisessa. Ne kertovat siitä, missä suhteessa eri elintarvikkeita on suositeltavaa kuluttaa, jotta saavutetaan terveellinen ruokavalio, ja minkä elintarvikkeen kulutusta on suositeltavaa vähentää tai lisätä, jotta nykyinen, keskimääräinen ruokavalio tulisi terveellisemmäksi. Yksittäiset elintarvikkeet eivät siis ole terveellisiä tai epäterveellisiä, vaan terveellisyys toteutuu ruokavalioiden tasolla.

Ympäristökestävyyden näkökulmia sisällytettiin suomalaisiin ravitsemussuosituksiin jo vuoden 2014 päivityksessä (VRN 2014), joskin melko löyhästi. Kymmenessä vuodessa tutkimustieto elintarvikkeiden ja ruokavalioiden ympäristövaikutuksista on lisääntynyt merkittävästi, mikä mahdollistaa ympäristövaikutusten ja ekologisen kestävyuden integroinnin suosituksiin entistä paremmin. Pohjoismaisiin ravitsemussuosituksiin ympäristönäkökulmat integroitiin keuhalla 2023 julkaistussa päivityksessä (Blomhoff ym. 2023). Suomalaisen ravitsemussuositusten päivityksessä vuonna 2024 (VRN & THL 2024) ekologisen kestävyuden ja ympäristövaikutusten integroinnissa on otettu huomioon Suomen erityisolosuhteet niin tuotannossa kuin ruokakulttuurissakin. Tässä työssä on nojattu kokonaiskuvaan Suomen ruokajärjestelmän ja ruokavalioiden kestävyyskysymyksistä ja elintarvikkeiden ympäristövaikutuksista.

Ruoan ympäristökestävyys on monitahoinen kokonaisuus, varsinkin jos sitä tarkastellaan yhdessä ravitsemuksellisten näkökulmien kanssa. Monitahoisuutta lisää vielä sosiaalisen ja taloudellisen kestävyuden näkökulmat, jotka ovat vuorovaikutuksessa ympäristökestävyyden ja sen parantamisen kanssa. Ravitsemussuosituksissa tätä kokonaisuutta on kuitenkin käsitelty hyvin tiiviisti ja pääpaino on suositelluissa ruokavalinnoissa, ravintoaineiden saantisuositusten ohella. Suosituksista nousi niiden julkaisemisen jälkeen vilkas keskustelu, mikä heijasteli pitkälti jo aiemmin esiintynyttä kärjistynyttä vastakkainasettelua. Se viittaa siihen, että asiaan voi liittyä ristiriitaisia näkökulmia ja että kokonaiskuva on ehkä vaikea hahmottaa. Tämä synteesiraportti pyrkii vahvistamaan kokonaiskuvausta taustoittamalla ruoan kestävyysnäkökulmia Ravitsemussuosituksia laajemmin. Raportti antaa toivottavasti vastauksia myös kysymyksiin ja huolenaiheisiin, joita on nostettu esille Ravitsemussuosituksia koskevassa keskustelussa.

Kuva 1 esittää ruoan tuotannon ja kulutuksen kestävyuden kokonaisuuden, painottuen kuitenkin ympäristö- ja ravitsemuskestävyyteen. Se muodostaa viitekehyksen tässä synteesiraportissa käsitellyille teemoille. Kokonaiskuvan luominen on tärkeää, koska samoin kuin ruoan terveellisyydessä myös ekologisessa kestävyudessa kokonaisuudella on suurempi merkitys kuin yksityiskohdilla. Ruoan ympäristöllisessä kestävyudessa on kyse laajemmista kokonaisuuksista kuin yksittäisten elintarvikkeiden ympäristövaikutuksista tai yksittäisten elintarvikkeiden valinnasta. Tämä kokonaisuus konkretisoituu ruokavalioiden ja tuotantojärjestelmissä, erityisesti maataloudessa ja kalataloudessa. Toisaalta yksittäisillä elintarvikevalinnoilla on suuri merkitys ruokavalion terveellisyyden ja ympäristövaikutusten muodostumisessa, koska ruokavalio muodostuu tuotevalinta kerrallaan. Suurin osa ruoan ympäristövaikutuksista liittyy alkutuotantoon, maatalouteen ja kalatalouteen, jolloin alkutuotannon rooli ja toimintaympäristö ovat keskeisiä myös vaikutusten vähentämisessä.

Ravitsemussuosituksissa ruokaturva rajattiin pitkälti tarkastelun ulkopuolelle, mutta tässä synteesissä se on keskeisesti mukana. Tässä lähdetään liikkeelle siitä oletuksesta, että Suomessa pyritään ylläpitämään jatkossakin varsin korkeaa omavaraisuutta, jolla ylläpidämme kansallista ruokaturvaa ja huoltovarmuutta.



**Kuva 1.** Synteesin viitekehyksen luova ruoan tuotannon ja kulutuksen kestävyysnäkökuva painottuen ympäristö- ja ravitsemuskestävyyteen.

Raportti koostuu johdannosta ja viidestä temaattisesta osa-alueesta: 1) Elintarvikkeiden ympäristövaikutukset, 2) Ruokavalioiden kestävyysnäkökuvia, 3) Maataloustuotannon ympäristövaikutukset ja keinoja niiden vähentämiseen, 4) Suomen ruoantuotannon erityispiirteitä kestävyysnäkökulmasta, ja 5) Muuttuvan ruokavalion ja ruoantuotantojärjestelmän yhtymäkohdat ja vuorovaikutus.

Näiden teemojen alle sijoittuvissa artikkeleissa kunkin osa-alueen asiantuntijat käsittelevät suomalaisen ruokavalion ja ruokajärjestelmän kestävyyskysymyksiä eri näkökulmista. Tavoitteena on luoda kokonaiskuva suomalaisen ruokavalion ja ruokajärjestelmän kestävyysnäkökulmista ja ympäristövaikutuksista ja niiden hallintaan saamisen mahdollisuuksista ajankohtaisen tieteellisen tiedon ja tilastotiedon pohjalta. Muut artikkelit perustuvat aiemmin julkaisuihin tutkimustuloksiin ja tilastoihin paitsi luku 6.6., jossa kuvataan ravitsemussuositusten päivittämisen tueksi tehtyä uutta, ennen julkaisematonta ruokajärjestelmämallinnusta ja sen tuloksia.

## 2. Elintarvikkeiden ympäristövaikutukset

Elintarvikkeiden ympäristövaikutukset, kuten myös niiden tuotantoon liittyvät sosiaaliset vaikutukset, vaihtelevat tuotteiden välillä raaka-ainepohjasta, valmistusmenetelmistä ja logistisista ratkaisuksista johtuen. Useimmiten raaka-ainepohjalla ja siten raaka-aineiden tuotannolla on suurin merkitys. Elintarvikkeiden ympäristövaikutuksia arvioida yleensä elinkaariarvioinnilla. Sen periaatteita, vahvuuksia ja rajoituksia kuvataan alaluvussa 2.1.

Kuluttajat ja esimerkiksi ruokapalvelut valitsevat elintarvikkeita joka päivä. Tuotevalinnoilla on merkitystä, koska ruokavalioiden ympäristövaikutukset muodostuvat niiden kautta ja koska ne vaikuttavat välillisesti tuotantojärjestelmiin ja niiden kestävyteen (Kuva 1). Tuotevalintojen tueksi tarvitaan luotettavaa tietoa elintarvikkeiden ympäristövaikutuksista ja muista kestävyysvaikutuksista. Alaluvussa 2.3. esitetään Suomessa kulutettujen ja alaluvussa 2.4. Suomessa tuotettujen elintarvikkeiden ja niiden pääraaka-aineiden ympäristövaikutuksia. Alaluvussa 2.2 käsitellään ravitsemuksen sisällyttämistä elintarvikkeiden ympäristövaikutusten arvioimiseen.

### 2.1. Elinkaariarviointi kertoo tuotteen ympäristötehokkuudesta

*Merja Saarinen*

Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA) on yleisimmin käytetty menetelmä arvioida erilaisten tuotteiden ympäristövaikutuksia, kuten ilmastovaikutusta eli hiilijalanjälkeä. Se perustuu kansainväliseen standardiin (ISO 2006) ja lukuisiin tarkempiin ohjeisiin, kuten Euroopan komission elinkaariarviointia koskevaan aloitteeseen PEF (Product Environmental Footprint) (EU 2021). Elinkaariarviointi poikkeaa muista erilaisten toimintojen ja tuotannonalojen ympäristövaikutusten arviointitavoista erityisesti kahdella tavalla: 1) se kattaa kokoa arvoketjun ja 2) vaikutukset kohdistetaan tuotteille. Lisäksi LCA-standardi ja muut ohjeistukset asettavat vaatimuksia arviointiprosessille, menetelmille ja lähtötiedoille.

Elinkaariarviointi kattaa kaikki keskeiset tuotteen valmistukseen, käyttöön ja käytöstä poistoon liittyvät vaiheet, mukaan lukien kuljetukset ja pakkaukset, ja niissä aiheutetut ympäristövaikutukset. Elinkaariarvioinnissa elinkaarella tarkoitetaan siis koko tuotanto-kulutusketjua eli tuotteen arvoketjua (ISO 2006). Myös osittaiset elinkaariarvioinnit ovat yleisiä. Ne kattavat vain osan arvoketjusta, esimerkiksi tuotantoketju tehtaan lähtöportille tai kaupan tuloportille, jolloin arvioinnista puuttuu kaupan ja kotitalouden toiminnot.

Elinkaariarviointi on kehitetty tukemaan tuotantoketjun ympäristötyötä (ISO 2006). Tuotantoketjuissa elinkaariarviointia käytetään tunnistamaan, missä tuotteen elinkaaren vaiheessa ympäristövaikutuksia syntyy eniten, jotta niitä voidaan vähentää tehokkaimmin. Elinkaariarviointia käytetään myös eri tuotteiden ympäristövaikutusten vertailussa ja tietopohjana tuotteiden ympäristövaikutuksista viestimisessä kuluttajille, b-to-b-ostajille tai muille tahoille (ISO 2006, EU 2021). Näiden tuotantoketjukohtaisten käyttötarkoitusten lisäksi elinkaariarviointia hyödynnetään yleisemmällä tasolla, esimerkiksi kestävyystutkimuksessa ja poliittisen päätöksenteon tukena (Jegen 2024). Tällöin arvioinnissa käytetään usein kyseisen tuotteen elinkaaresta yleisemmän tason tietoja kuin yksittäisen tuotantoketjun tietoja. Elintarvikkeiden elinkaariarviointeja voidaan hyödyntää myös ruokavalioiden ympäristövaikutusten arvioimisessa (luku 3).

Elinkaariarviointia käytetään eri tuotteiden ympäristövaikutusten arviointiin paljon ja käyttö lisääntyy koko ajan. Esimerkiksi EU on hyödyntänyt ja edistänyt elinkaariarviointia ja muita

elinkaariajatteluun perustuvia lähestymistapoja vahvasti strategioissaan ja lainsäädännössään 1990-luvulta lähtien (Sala ym. 2021, Jegen 2024). Elinkaariarvioinnin vahvuutena on, että se pienentää osaoptimoinnin riskiä tuotantoketjujen ympäristövaikutusten vähentämisessä, koska arvoketjun kaikkia vaiheita tarkastellaan samassa yhteydessä (ISO 2006, Hellweg & Milà i Canals 2014). Tällöin voidaan välttää tilanteita, joissa vähennettäessä jonkin ketjun toiminnon ympäristövaikutuksia samanaikaisesti lisättäisiin haitallisia vaikutuksia toisissa osissa arvoketjua tai jossa yhden ympäristövaikutuksen vähentäminen lisäisi merkittävästi jotain toista ympäristövaikutusta. Tämän takia on tärkeää tarkastella useita ympäristövaikutusluokkia rinnakkain. Yksi elinkaariarvioinnin tärkeimpiä ominaisuuksia ja vahvuuksia on, että se ottaa huomioon eri paikoissa syntyvät vaikutukset. Se on tärkeää, koska nykyisin tuotteiden arvoketjujen eri vaiheet sijoittuvat usein eri puolille maailmaa.

Toisaalta tarkastelun kattavuus edellyttää yksinkertaistamista, ja siitä kumpuaa epävarmuuksia (Hellweg & Milà i Canals 2014). Yksinkertaistaminen tarkoittaa usein sitä, että käytetään ainakin osittain lähtötietoja, jotka eivät täysin vastaa kyseistä tuotantoketjua ja maataloustuotannon maantieteellistä sijaintia (Notarnicola ym. 2017). Toinen elinkaariarvioinnin haasteista liittyy siihen, kuinka hyvin käytetyt tai käytettävät menetelmät, päästömallit ja vaikutusarviointimenetelmät, pystyvät ottamaan huomioon paikallisesti ilmeneviä ympäristövaikutuksia (Veronen ym. 2017). Siihen ei välttämättä edes pyritä, koska ajatellaan että se voisi heikentää vertailtavuutta ja käytettävyyttä päätöksenteon tukena (Notarnicola ym. 2017). Elinkaariarvioinnissa kyse ei koskaan olekaan tuotantoketjussa toteutuneista ja mitatuista vaan arvioituista, potentiaalisista ympäristövaikutuksista (ISO 2006). Vaikka useat vaikutusarviointimenetelmät sisältävät alueellisia kertoimia ja niiden kehittämistä on suositeltu silloin, kun vaikutuksessa on paikallisuudesta johtuvaa vaihtelu (Verones ym. 2017), käytössä olevat menetelmät eivät aina kerro kovin hyvin paikallisesti ilmenevistä vaikutuksista esimerkiksi luonnon monimuotoisuuteen (Notarnicola ym. 2017) ja vesistöihin (Kostensalo ym. 2024). Esimerkiksi tuote, jonka tuotantoketju rehevöittää pahoin paikallisen vesistön, voi saada elinkaariarvioinnissa samalaisen rehevöittävän vaikutuksen tuloksen kuin tuote, jonka tuotannon rehevöittävät päästöt eivät aiheuta paikallisesti ilmeneviä vaikutuksia vesistöihin esimerkiksi siksi, että ne jakautuvat moneen paikkaan eivätkä näissä paikoissa lisää kuormitusta yli kyseisen vesistön kantokyvyn. Ilmastovaikutuksen kohdalla tällaisella paikallisuudella ei ole merkitystä, koska kasvihuonekaasupäästöt jakaantuvat ilmakehässä ympäri maailman ja aiheuttavat ilmastonmuutoksen seurauksena vaikutuksia kaikkialla (Notarnicola ym. 2017). Tosin myös ilmastonmuutoksen vaikutukset ovat erilaisia eri puolilla maailmaa, esimerkiksi kuivuutta tai sateisuuden lisääntymistä sijainnin mukaan, eikä elinkaariarvioinnilla voi esittää näitä eroja. Elinkaariarvioinnin tulokset viittaavat potentiaalisiin vaikutuksiin (ISO 2006). Kuitenkin menetelmällisillä valinnoilla voi vaikuttaa arvioinnin tarkkuuteen.

Päästömallit, joilla arvioidaan päästöjen syntymistä, voivat myös jättää erot paikallisissa olosuhteissa ja toimintatavoissa huomiotta (Meier ym. 2015). Sillä on erityistä vaikutusta elintarvikkeiden elinkaariarvioinneissa, koska maatalouden päästöt ja vaikutukset tulevat suurimmaksi osaksi biologisista prosesseista, joihin paikalliset olosuhteet vaikuttavat (Notarnicola ym. 2017). Lisäksi päästömallit perustuvat usein vallitsevaan (teknologiseen) tuotantotapaan, eivätkä ne välttämättä ota huomioon agroekologista kokonaisuutta, joka heijastuu monin tavoin tuotannon ympäristövaikutuksiin (Meier ym. 2015). Tämä koskee esimerkiksi rehevöittäviä päästöjä (Kostensalo ym. 2024) ja maaperän hiilivaraston muutoksesta aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä (Lehtilä ym. 2025). Rehevöittäville ravinnepäästöille käytetään yleisesti oletuskertoimia, joilla lasketaan, mikä osuus lannoitteista tai esim. typpitaseen ylijäämästä

huuhtoutuu pelloilta vesistöihin (Huijbregts ym. 2016). Oletuskertoimien on katsottu tekevän arvioinneista yhdenmukaisempia ja siksi parantavan vertailtavuutta, mutta samalla ne kuitenkin vähentävät paikallista tarkkuutta. Tarkempia menetelmiä on kuitenkin myös olemassa ja niitä kehitetään koko ajan. Suomessa rehevöittäville päästöille on käytetty tavanomaiseen viljelyyn pohjautuvia päästömalleja (Saarinen ym. 2011), joita on viime aikoina päivitetty niin, että ne ottavat paremmin huomioon myös luomuviljelyn (Kostensalo ym. 2024). Myös maaperän hiilivarastonmuutoksesta johtuvien hiilidioksidipäästöjen mallinnusta on viime vuosina kehitetty Suomessa (Lehtilä ym. 2025). Myös eläintuotannon päästöjen arvioinnissa voidaan hyödyntää karkeampia esimerkiksi taulukkoarvoihin perustuvia laskentatapoja, mutta rinnalle tarvitaan kansallisia, toimenpiteisiin reagoivia päästömalleja, joita on kehitetty esimerkiksi erityslaskentaan ja ruoansulatuksen metaanipäästöjen arviointiin (Nousiainen ym. 2023, Ramin & Huhtanen 2013, Ramin & Huhtanen 2015).

Ympäristövaikutusten kohdistaminen tuotteille mahdollistaa eri tuotteiden välisen vertailun (ISO 2006). Tuotteille kohdistaminen tekee elinkaariarvioinnista tehokkuusmittarin, eli elinkaariarviointi kuvaa tuotteen ympäristösuorituskykyä. Tämä ominaisuus, yhdessä elinkaarisen kattavuuden kanssa, tekee elinkaariarvioinnista tehokkaan ja vastaansanomattoman arviointitavan. Tehokkuuden mittaaminen pitää sisällään ajatuksellisen lähtökohdan, että tuote joka tapauksessa tuotetaan, tarkastelu kohdistuu vain siihen, miten (ja missä) se kannattaa tuottaa. Tyypillisesti ns. vaihtoehtokustannuksia, eli vaihtoehtoisia tapoja käyttää resursseja, jos niitä ei käytettäisi kyseiseen tuotantoon, ja niiden seurauksia ei tarkastella. Lisäksi, koska tuotannosta syntyy aina ympäristöhaittoja, käytännössä tuotantomäärä<sup>3</sup> vaikuttaa arvioinnin tuloksiin paljon, usein ratkaisevan paljon. Ottaen huomioon nämä elinkaariarvioinnin lähtökohdat ja ominaisuudet ja käytössä olevien arviointimenetelmien haasteet paikallisten vaikutusten arvioimisessa pitää elinkaariarvioinnin tulosten tulkinnassa olla huolellinen ja tarkastella niiden rinnalla myös paikallisesti ilmeneviä vaikutuksia ja niiden vähentämismahdollisuuksia. Mikään yksittäinen arviointimenetelmä ei yksin pysty antamaan riittävää kuvaa ruoan ympäristökestävyydestä (Benton ym. 2024).

Haasteistaan huolimatta elinkaariarviointi on tuottanut luotettavan yleiskuvan eri elintarvikkeiden elinkaaristen ympäristövaikutusten suuruusluokista ja siitä, mistä suurin osa vaikutuksista tulee. Elinkaaritutkimusten perusteella tiedämme muun muassa, että valtaosa elintarvikkeiden ympäristövaikutuksista syntyy alkutuotannossa. Joissakin tapauksissa kuitenkin elintarvikkeiden valmistusvaiheet, kuljetukset ja pakkaukset voivat vaikuttaa suhteellisen paljon kyseisen elintarvikkeen ympäristövaikutuksiin, erityisesti ilmastovaikutuksiin. Tällaisia elintarvikkeita voivat olla esimerkiksi jotkin lasipakkauksiin pakatut kasvipohjaiset tuotteet, joiden raaka-aineiden ilmastovaikutukset ovat alhaiset, jolloin muiden vaiheiden vaikutus voi korostua (Räsänen ym. 2014). Eri elintarvikkeiden elinkaarisia ympäristövaikutuksia käsitellään tarkemmin luvuissa 2.3 ja 2.4.

---

<sup>3</sup> Ympäristövaikutukset voidaan ja on usein suositeltavaa ilmoittaa myös suhteessa tuotteen laadullisiin ominaisuuksiin, mikä myös vaikuttaa tuloksiin (ks. luku 4.2.).

## 2.2. Ravitsemus vertailuperustana tekee vertailusta mielekkäämpää

*Merja Saarinen ja Venla Kyttä*

Kun elinkaariarvioinnissa ympäristövaikutukset kohdistetaan tuotteelle, se tehdään nykyisin useimmiten ns. massaperusteisesti. Tällöin ympäristövaikutukset ilmoitetaan esimerkiksi tuotekiloa tai 100 grammaa kohden. Tämän tavan etuna on pidetty sitä, että se on helppo ymmärtää ja muuntaa tarvittaessa toisiin yksiköihin (McLaren ym. 2021). Tuotteen massa ei kuitenkaan kerro elintarvikkeiden laadullisista ominaisuuksista eikä se siinä mielessä anna hyvää pohjaa tuotteiden vertailulle (Saarinen ym. 2017, McLaren ym. 2021). Todellisuudessa elintarvikkeita käytetään eri tarkoituksiin ja eri elintarvikkeilla on erilainen merkitys hyvän ravitsemuksen toteutumisessa. Hyvä ravitsemus on perustavanlaatuisin syömisen tarkoitus, vaikka-kin syöminen tuottaa myös monenlaista mielihyvää (McLaren ym. 2021). Hyvää ravitsemusta ei nykytiedon valossa kuitenkaan voi saavuttaa millään muulla keinolla kuin syömällä ruokaa, mikä korostaa ruoan ravitsemuksellista tehtävää.

Ravitsemusnäkökulmia voidaan sisällyttää elintarvikkeiden elinkaariarviointiin monilla eri tavoilla (McLaren ym. 2021). Varhaisimmat menetelmät ovat perustuneet yhden ravintoaineen tarkasteluun kerrallaan. Erityisesti näin on tarkasteltu proteiinisäannin ympäristötehokkuutta (esim. Saarinen ym. 2017, Sonesson ym. 2017, Poore & Nemecek 2018). Viime vuosina on kehitetty menetelmiä, joilla ravitsemus voidaan sisällyttää elinkaariarviointiin myös laaja-alaisemmin (Bianchi 2020). Niistä pisimmälle kehitetty menetelmä käyttää ravintoaineindeksejä sisällyttämään ravitsemuksellisen laadun toiminnalliseen yksikköön, eli siihen yksikköön, jota kohden ympäristövaikutukset ilmoitetaan (esim. Saarinen ym. 2017, McAuliffe ym. 2018, Katz-Rosene ym. 2023). Ravintoaineindeksit sisältävät useita ravintoaineita (Fulgoni ym. 2009). Se tekee niistä erityisen käyttökelpoisia elintarvikkeen ravitsemuksellisen tehtävän kuvaamisessa, koska juuri mikään elintarvike ei ole pelkästään yhden ravintoaineen lähde (Saarinen ym. 2017, McLaren ym. 2021). Luke on ollut näiden ravitsemuksellisten toiminnallisten yksiköiden kehitystyössä eturintamassa ja kehittänyt<sup>4</sup> yhdessä tutkimuskumppaneidensa kanssa tuoteryhmäkohtaisen lähestymistavan, jolla on mahdollistaa ottaa huomioon eri tuoteryhmien erilaiset roolit ravitsemuksen toteutumisessa ruokavalion tasolla (Kårlund ym. 2024). Tämä menetelmä perustuu tuoteryhmäkohtaisiin ravintoaineindekseihin proteiininlähteille (Kyttä ym. 2023b), hiilihydraattien lähteille, vihanneksille, marjoille ja hedelmille (Kyttä ym. 2023c) sekä maidolle ja sitä korvaaviksi tarkoitetuille kasvipohjaisille juomille (Kovanen ym. 2024). Myös aminohappokoostumuksen merkitystä proteiininlähteiden ravintoaineindeksiin perustuvassa tarkastelussa on tutkittu (Tukiainen ym. 2025).

Ravintoaineindeksi mittaa tuotteen keskimääräistä ravintoainesisältöä suhteessa ravintoaineiden saantisuosituksiin indeksiin valittujen ravintoaineiden osalta. Luken kehittämiin ja suosittelemiin tuoteryhmäkohtaisiin ravintoaineindekseihin on valittu ne ravintoaineet, joita suomalaisessa ruokavaliossa saadaan eniten kyseisestä tuoteryhmästä. Indeksillä kuvaa siten tuoteryhmän ravitsemuksellista tehtävää nykyisessä suomalaisessa ruokavaliossa. Tällä valintamenetelyllä saadut ravintoaineindeksit on nimetty NR-FI-indekseiksi (Saarinen ym. 2024, Kyttä ym. 2023b,c). Ne ovat niin sanottuja baseline-indeksejä, jotka kuvaavat tuoteryhmän

---

<sup>4</sup> NEPGA-hanke (Saarinen ym. 2024), <https://www.luke.fi/fi/projektit/nepga>

ravitsemuksellista roolia nykytilanteessa (Taulukko 1)<sup>5</sup>. Tuoteryhmittelyn taustalla on lautas-malli, joka auttaa elintarvikkeiden valintaa tiettyihin käyttötarkoituksiin<sup>6</sup> osana suositeltavaa ruokavaliota. Lähestymistapaa on sovellettu myös espanjalaiseen ruokakulttuuriin, jolloin ravintoaineindekseihin valikoitui osin eri ravintoaineet (Torán-Pereg ym. 2025).

Ruokien ryhmittely pääkomponenttianalyysillä (PCA) ravintoainesisällön suhteen on vaihtoehtoinen tapa valita ravintoaineet indekseihin (Saarinen ym. 2024). Tätä tapaa on käytetty validoimaan tuoteryhmittelyä ja indeksien ravintoaineita (Kårlund ym. 2024). PCA mahdollistaa ravitsemussuositusten paremman huomioonottamisen, koska elintarvikkeiden annoskoot voidaan sopeuttaa ruokasuosituksiin. Suomalaisessa ruokavaliokontekstissa tehty pääkomponenttianalyysi yhdisti eri ravintoaineiden saannit eri tuotteista siten, että tuotteet muodostivat samat tuoteryhmät kuin lautasmalli<sup>7</sup>. Proteiinipitoisiin ruokiin yhdistyi proteiinin lisäksi tietyt ravintoaineet. Samoin hiilihydraatin lähteisiin ja vihannesten, marjojen ja hedelmien ryhmään yhdistyi vastaavasti tietyt ravintoaineet. Ravintoaineet olivat suurimmaksi osaksi samat kuin tämänhetkiseen ruokavaliioon perustuvassa ravintoaineiden valinnassa (Kytä ym. 2023 b,c), joten PCA validoi tuoteryhmittelyn ja muodostetut tuoteryhmäkohtaiset baseline-indeksit. Joitakin poikkeuksiakin kuitenkin havaittiin (Taulukko 1). Vihannesten, marjojen ja hedelmien tuoteryhmää yhdistyi PCA:ssa useampia ravintoaineita kuin nykyiseen ruokavaliioon perustuvassa valinnassa. Tämä on hyvin ymmärrettävää, koska PCAn annoskoot perustuivat Ruokasuosituksiin, joissa korostetaan kasvisten käytön lisäämistä eri ravintoaineiden lähteenä (VRN 2014, VRN & THL 2024). Erot näiden eri periaattein muodostettujen indeksien ravintoainekoosteessa eivät kuitenkaan juurikaan vaikuta yksittäisten tuotteiden tuloksiin (Saarinen ym. 2024).

**Taulukko 1.** Ravintoaineet Suomen väestölle kehitetyissä tuoteryhmäkohtaisissa ravintoaineindekseissä kahden eri valintastrategian perusteella (Kytä ym. 2023b,c, Kårlund ym. 2024, Saarinen ym. 2024, Kovanen ym. 2024).

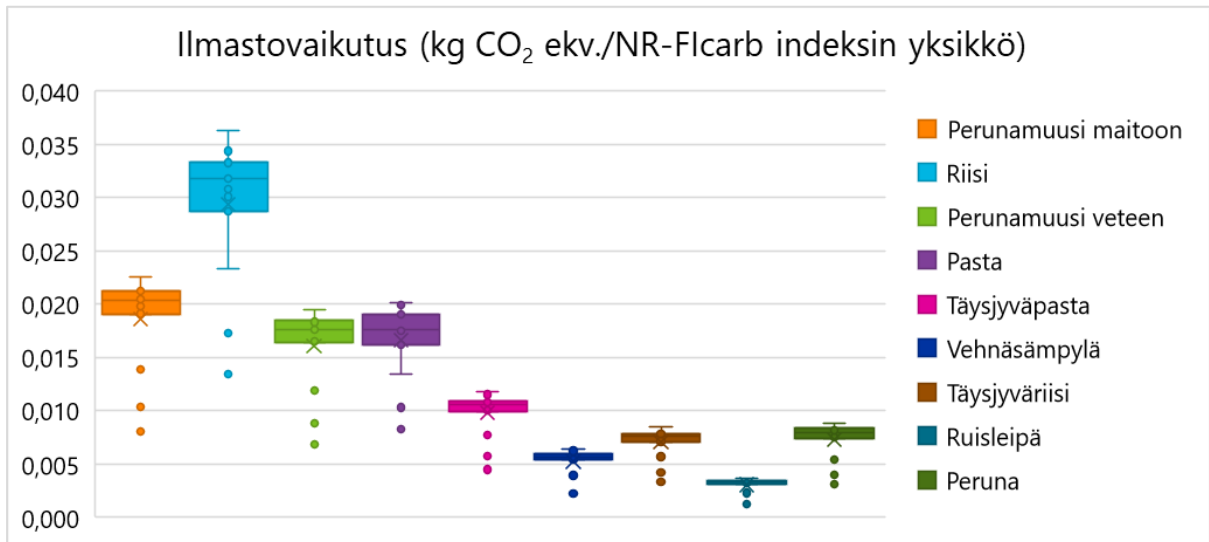
Baseline-ravintoaineindeksien ravintoaineet eri tuoteryhmissä	
NR-FI <sub>prot</sub>	Proteiini, Ca, Fe, Se, Zn, B6- ja B12-vitamiini, niasiini, riboflaviini, tiamiini
NR-FI <sub>carb</sub>	Hiilihydraatti, kuitu, Fe, Mg, P, K, folaatti
NR-FI <sub>veg</sub>	Kuitu, tiamiini, C-, K- ja A-vitamiini
NR-FI <sub>milk</sub>	Proteiini, MUFA, Ca, I, K, P, Se, Zn, niasiini, riboflaviini, B12-vitamiini, D-vitamiini
PCA:n perusteella eri tuoteryhmien ravintoaineindekseihin sisällytettävät ravintoaineet	
Proteiinin lähteet	Proteiini, Ca, Fe, Se, Zn, B12-vitamiini, niasiini, tiamiini
Hiilihydraattien lähteet	Hiilihydraatti, kuitu, Fe, Mg, P
Vihannekset, marjat ja hedelmät	Kuitu, K, tiamiini, C-, K- ja A-vitamiini, folaatti, B6-vitamiini, riboflaviini, Ca

<sup>5</sup> Myös muita ravintoaineiden valintamenettelyjä on tutkittu ja verrattu niillä saatavia tuloksia NR-FI-indekseillä saataviin tuloksiin (Kytä ym. 2023c, Kovanen ym. 2024)

<sup>6</sup> Välipalattyyppisille tuotteille tai eineksille ei ole ainakaan vielä muodostettu omia tuoteryhmäkohtaisia ravintoaineindeksejä.

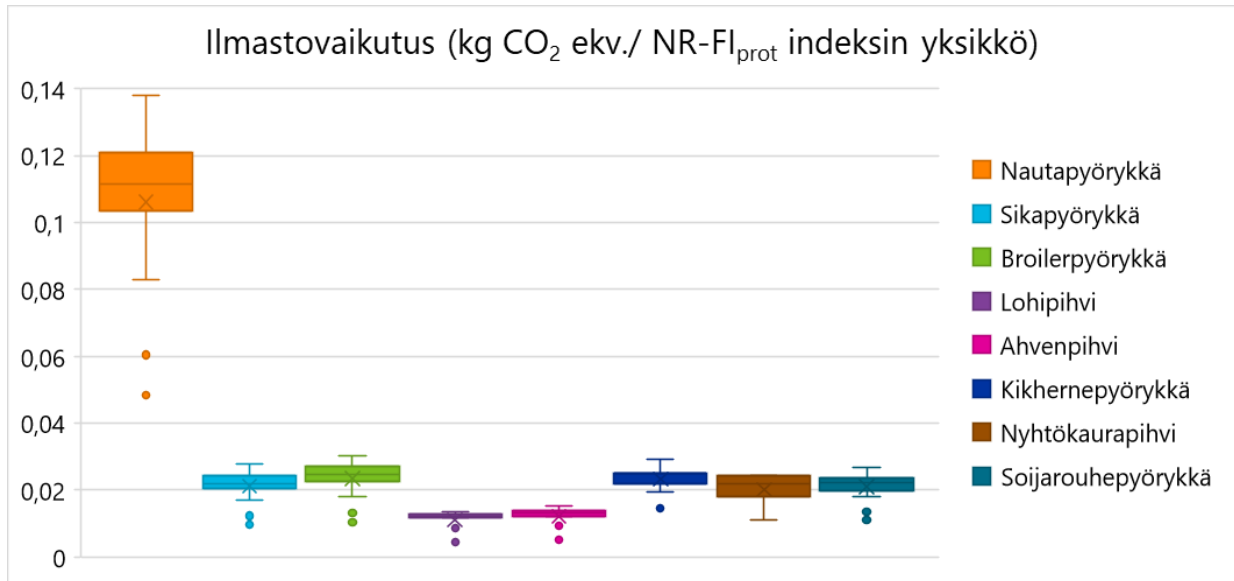
<sup>7</sup> Maitotuotteita ei sisällytetty PCA:han (Kårlund ym. 2024)

Ravintoaineindeksien käyttäminen vertailuperustana (eli toiminnallisena yksikkönä) elintarvikkeiden ympäristövaikutusten arvioinnissa muuttaa tuotteiden välisiä eroja verrattuna massaperusteiseen vertailuun (Saarinen ym. 2017). Ravintoainetiheiden ruokien ympäristövaikutukset laskevat suhteessa ravintoaineköyhiin ruokiin. Esimerkiksi täysjyväriisin ja -pastan ilmastovaikutukset ovat paljon matalammat kuin valkoisen riisin ja pastan, kun käytetään ravintoaineindeksiin perustuvaa ravitsemuksellista toiminnallista yksikkönä (Kuva 2).



**Kuva 2.** Hiilihydraattien lähteiden ilmastovaikutukset käyttäen tuoteryhmäkohtaista ravintoaineindeksiä vertailuperustana (Kyttä ym. 2023c). Kaikki tuotteet ovat valmistettuja, syötäväksi valmiita ruokia. Tulokset eivät ole riippuvaisia annoskoosta, koska molemmat suureet lasketaan samasta määrästä tuotetta, jolloin niiden suhde on aina sama (Saarinen ym. 2017).

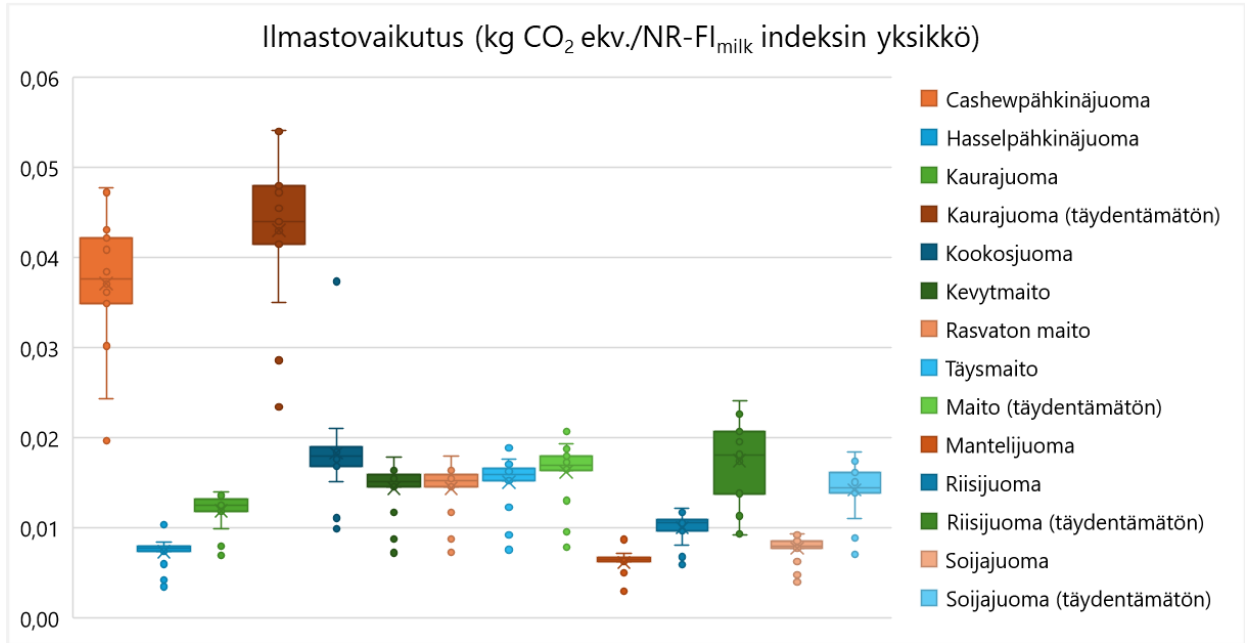
Menetelmää demonstroivissa arvioinneissa proteiininlähteiden vertailussa kalapohjaisten ruokien ilmastovaikutukset ovat alhaisemmat kuin liha- ja kasviproteiinipohjaisten ruokien, kun vertailuperustana on tuoteryhmäkohtainen ravintoaineindeksi (Kuva 3). Naudanlihahojaisen ruoan ilmastovaikutus on selvästi suurempi kuin muiden proteiininlähteiden, joiden ilmastovaikutukset ovat samalla tasolla (Kyttä ym. 2023b). Tässä vertailussa tuotteet ovat syötäväksi valmiita tuotteita, ei pelkästään raaka-aineita. Syötäväksi valmiissa ruoissa eri raaka-aineet yhdistyvät kyseiselle ruoalle tyypillisellä tavalla. Se vaikuttaa tuotteiden ravintoainekoostumukseen. Myös kypsennys vaikuttaa ravintoainekoostumukseen. Lopullisessa, syötäväksi valmiissa ruoassa myös ympäristövaikutukset muodostuvat raaka-ainekoostumuksen ja valmistuksen perusteella ja ovat siis erilaiset kuin pelkästään pääraaka-aineen ympäristövaikutukset. Vertailun tuotteet olivat tavallisia ruokia, joiden reseptit olivat yleisistä lähteistä.



**Kuva 3.** Proteiinin lähteiden ilmastovaikutukset käyttäen tuoteryhmäkohtaista ravintoainedeeksiä vertailuperustana. (Kyttä ym. 2023b)

Maidolla on suomalaisessa ruokavaliossa erityinen rooli; se on merkittävä lähde useille ravintoaineille, mutta maitotuotteiden osuus suomalaisen ruokavalion ilmastovaikutuksista on myös suuri, 20 % (Saarinen ym. 2019a, 2023). Massaperusteisessa vertailussa useilla kasvipohjaisilla juomilla on alhaisemmat ilmasto- ja/tai ympäristövaikutukset kuin maidolla, mutta kasvipohjaisten juomien ravintoainekoostumukset vaihtelevat paljon.

Kun näiden tuotteiden ympäristövaikutusten vertailussa käytetään tuoteryhmäkohtaista ravintoainedeeksiä vertailuperustana, kasvipohjaisten juomien ravintoainetäydennys vaikuttaa tuloksiin paljon (Kuva 4). Maidon ilmastovaikutukset ovat kutakuinkin sama kuin ravintoaineilla täydentämättömän soijajuoman ja hieman alhaisempi kuin täydentämättömän riisijuoman. Täydentämättömän kaurajuoman ilmastovaikutus on paljon korkeampi kuin maidon tai muiden kasvipohjaisten juomien. Täydennetyin soijajuoman ilmastovaikutus on tehdyn arvioinnin alhaisin ja täydennetyin kaurajuoman noin 20 % alhaisempi kuin maidon (Kuva 4). Kasvipohjaisia juomia pitää kuitenkin täydentää useilla ravintoaineilla, jotta niiden ravintoainekoostumus nousee lähelle maitoa. Toisaalta maidossa on terveydelle suurempina annoksina haitallisia tyydyttyneitä rasvahappoja, joiden vaikutusta pitää arvioida erikseen (Saarinen ym. 2017, 2024).



**Kuva 4.** Maitojen ja kasvipohjaisten juomien ilmastovaikutus suhteutettuna ravintoaineiden saantiin (kg CO<sub>2</sub> ekv. per NR-FImilk-indeksin yksikkö) (Kovanen ym. 2024).

### 2.3. Suomessa tuotettujen elintarvikkeiden ympäristövaikutuksia on tutkittu todellisten arvoketjujen pohjalta

*Sanna Hietala, Hannele Heusala, Venla Kyttä, Kirsi Usva, Frans Silvenius, Merja Saarinen ja Virpi Vorne*

Suomessa tuotettujen elintarvikkeiden ympäristövaikutuksia on tutkittu viime vuosikymmeninä varsin paljon. Erityisesti on tutkittu eniten tuotettuja maataloustuotteita ja elintarvikkeita, kuten maitoa, broilerin, sian ja naudan lihaa, kaloja, kananmunia, viljoja ja kasvihuonekasviksia. Jonkin verran on tutkittu myös palkokasveja, öljykasveja ja avomaakasviksia. Tutkimuksella on luotu kokonaiskuvaa elintarvikkeiden ympäristövaikutuksista ja tuettu tuotteiden arvoketjuja ympäristövaikutusten vähentämisessä.

Ympäristövaikutuksista eniten on tarkastelu ilmastovaikutuksia (Taulukko 2). Viime vuosina on ryhdytty arvioimaan myös elintarvikkeiden vesiniukkuusvaikutusta, kun arviointimenetelmä on pikkuhiljaa vakiintunut (Usva 2024), ja biodiversiteettivaikutuksia, joissa kuitenkin arviointimenetelmät vielä vaihtelevat ja kehittyvät (Joensuu ym. 2023b). Kyttä ym. (2023a) arvioivat osana ruokavalioiden ympäristövaikutusten arviointia (luku 3.2) kymmenien Suomessa tuotettujen elintarvikkeiden vaikutusta globaaliin lajikatoon (Taulukko 3) maankäyttöön pohjautuvalla menetelmällä, joka perustuu tuotannon vaatimaan pinta-alaan ja tuotantomaa lajirikkauteen (Chaudhary & Brooks 2018). Aiemmin arvioitiin säännönmukaisesti myös vesistöjä rehevöittävä vaikutusta, mutta arviointimenetelmät eivät ole kaikilta osin olleet kovin luotettavia, eivätkä kansainvälisesti suositellut menetelmät sovellu suomalaisiin olosuhteisiin. Viime aikoina rehevöittävän vaikutuksen arvioinnin taustalla olevia ravinnehuuhtoumalleja on ryhdytty päivittämään (Kostensalo ym. 2024). Saatavilla olevia tutkimustuloksia eri ympäristövaikutusluokista käsitellään tuoteryhmäkohtaisissa alaluvuissa.

**Taulukko 2.** Suomessa tuotettujen elintarvikkeiden ilmastovaikutukset tuotekiloa kohden, kg CO<sub>2</sub>-ekv. /kg Luke (ja MTTn) elinkaariarviointiin perustuvien tutkimusten perusteella.

Elintarvike	Tulos (kg CO <sub>2</sub> -ekv./kg)	Lähde
Maito	0,9–1,0	Hietala ym. 2022
Rasvaton maito	0,8–0,9	Saarinen ym. 2014
Luomumaito (myös rasvaton)	0,9–1,3	Saarinen ym. 2014, Hietala ym. 2015, Knudsen ym. 2016
Broilerinliha (lihakilo)	3,0	Usva ym. 2022
Sianliha (lihakilo)	4,5	Hietala ym. 2024
Naudanliha (lihakilo)	32,6	Hietala ym. 2021
Kirjolohi (filee)	3,7	Silvenius ym. 2022, 2025
Verkolla pyydetty kala (filee)	1,9–2,5	Silvenius ym. 2022, 2025
Troolilla pyydetty silakka (filee)	1,3	Silvenius ym. 2022, 2025
Troolilla pyydetty muikku (perattu)	1,3	Silvenius ym. 2022, 2025
Nuotalla pyydetty muikku (perattu)	0,8	Silvenius ym. 2022, 2025
Kananmunat	1,6–2,1	Silvenius & Usva 2021
Viljat (rehu)	0,5–0,6	Hietala ym. 2022d
Vehnä, (rehu)	0,5	Hietala ym. 2022d
Kaura, (rehu)	0,6	Hietala ym. 2022d
Ohra, (rehu)	0,5	Hietala ym. 2022d
Ruis, kivennäismaa	0,8	Saarinen ym. 2014
Leipä	0,9–1,0	Saarinen ym. 2014
Herne	0,3–0,5	Hietala ym. 2022d, Appetit 2024
Härkäpapu	0,4	Hietala ym. 2022d
Juurekset, juurikkaat	0,1–0,2	Saarinen ym. 2011
Kaalit ja sipulit	0,1–0,2	Saarinen ym. 2011
Viljellyt marjat	0,4–0,5	Saarinen ym. 2011
Peruna	0,1–0,2	Pulkinen ym. 2012
Mansikka, tunneli	0,4–1,0	Joensuu ym. 2023a
Mansikka, avomaa	0,5–1,1	Joensuu ym. 2023a
Vadelma, tunneli	0,5–1,0	Joensuu ym. 2023a
Vadelma, avomaa	0,6–1,3	Joensuu ym. 2023a
Tomaatti	2,6–3,0	Silvenius ym. 2019
Kurkku	2,0	Silvenius ym. 2019
Ruukkusalaatti	2,7	Silvenius ym. 2019
Rypsi	1,2	Hietala ym. 2022d

**Taulukko 3.** Suomessa tuotettujen elintarvikkeiden vaikutus globaaliin lajikatoon, ilmaistuna potentiaalisesti katoavien lajien osuutena (PDF/kg), sekä tuotteiden tuotannon vaatima maankäyttö (m<sup>2</sup>/kg). Lähde: Kyttä ym. (2023a), liite.

Tuote	Lajikatovaikutus (PDF/kg)	Maankäyttö (m <sup>2</sup> /kg)
Muut alkoholijuomat	2.62X10 <sup>-14</sup>	3.1
Oluet	3.45X10 <sup>-15</sup>	0.4
Siiderit	1.00X10 <sup>-13</sup>	1.8
Väkevät viinat	2.62X10 <sup>-14</sup>	3.1
Ohra ja ohratuotteet	2.19X10 <sup>-14</sup>	2.6
Viljapatukat	1.16X10 <sup>-13</sup>	2.1
Muu vilja	1.14X10 <sup>-13</sup>	13.4
Viljajuomat, nestemäiset viljatuotteet	2.96X10 <sup>-15</sup>	0.3
Kaura ja kauratuotteet	2.42X10 <sup>-14</sup>	2.8
Kaurajuomat, nestemäiset kauratuotteet	2.96X10 <sup>-15</sup>	0.3
Ruis	2.33X10 <sup>-14</sup>	2.7
Tärkkelykset	1.99X10 <sup>-14</sup>	2.4
Vehnä	1.55X10 <sup>-13</sup>	2.7
Kananmunat	3.45X10 <sup>-13</sup>	5.3
Voi, maitorasva	4.71X10 <sup>-13</sup>	42.4
Rasvaseos >= 55 %	2.23X10 <sup>-13</sup>	21.6
Rasvaseokset < 55 %	1.27X10 <sup>-13</sup>	12.4
Öljy	1.65X10 <sup>-13</sup>	19.5
Salaatinkastikkeet ja majoneesit	1.65X10 <sup>-13</sup>	19.5
Margariini ja rasvaveite >= 55 %	1.32X10 <sup>-13</sup>	15.6
Margariini ja rasvaveite <55 %	6.61X10 <sup>-14</sup>	7.8
Kalat	6.25X10 <sup>-14</sup>	0.9
Kalavalmisteet	9.38X10 <sup>-14</sup>	1.3
Kuivatut mausteet	1.22X10 <sup>-13</sup>	14.4
Omenahedelmät	5.51X10 <sup>-14</sup>	1.0
Marjat	3.19X10 <sup>-14</sup>	3.8
Hedelmäsäilykkeet	2.74X10 <sup>-14</sup>	3.3
Muut hedelmät	2.99X10 <sup>-14</sup>	3.6
Täysmehut	5.51X10 <sup>-14</sup>	1.0
Juomat palkokasveista, pähkinöistä ja siemenistä	8.59X10 <sup>-14</sup>	0.6
Palkokasvituotteet	4.62X10 <sup>-13</sup>	3.0
Pähkinät, siemenet	9.82X10 <sup>-14</sup>	11.5
Palkokasvit	7.02X10 <sup>-13</sup>	4.6
Soijavalmisteet	3.72X10 <sup>-13</sup>	2.4
Naudanliha	3.20X10 <sup>-13</sup>	37.8
Lihavalmisteet	4.34X10 <sup>-13</sup>	17.3
Elimet	2.97X10 <sup>-13</sup>	23.3
Sianliha	2.74X10 <sup>-13</sup>	8.7
Kanalinnut	7.07X10 <sup>-13</sup>	5.3
Makkarat	2.89X10 <sup>-13</sup>	11.5

Tuote	Lajikatovaikutus (PDF/kg)	Maankäyttö (m <sup>2</sup> /kg)
Makkaraleikkeleet	2.89X10 <sup>-13</sup>	11.5
Juustot, kypsytetyt, rasvaa >17 %	2.12X10 <sup>-13</sup>	19.1
Juustot, kypsytetyt, rasvaa <= 17 %	2.12X10 <sup>-13</sup>	19.1
Juustot, sulatejuustot, rasvaa > 17 %	1.65X10 <sup>-13</sup>	14.8
Juustot, sulatejuustot, rasvaa <= 17 %	1.65X10 <sup>-13</sup>	14.8
Juustot, tuorejuustot, rasvaa >15 %	7.06X10 <sup>-14</sup>	6.4
Juustot, tuorejuustot, rasvaa <= 15 %	7.06X10 <sup>-14</sup>	6.4
Kerma/ creme	8.00X10 <sup>-14</sup>	7.2
Rahka	2.31X10 <sup>-14</sup>	2.1
Jäätelö	4.00X10 <sup>-14</sup>	3.6
Viili	2.31X10 <sup>-14</sup>	2.1
Rasvaton maito	2.35X10 <sup>-14</sup>	2.1
Rasvainen maito, rasvaa > 2 %	2.35X10 <sup>-14</sup>	2.1
Maitojauheet	2.35X10 <sup>-13</sup>	21.2
Vähärasvainen maito, rasvaa <= 2 %	2.35X10 <sup>-14</sup>	2.1
Hapanmaitotuotteet, muut	2.31X10 <sup>-14</sup>	2.1
Piimä	2.31X10 <sup>-14</sup>	2.1
Juusto, kasvirasva-	6.61X10 <sup>-14</sup>	7.8
Jogurtit, rasvaa > 1 %	2.31X10 <sup>-14</sup>	2.1
Jogurtit, rasvaa <= 1 %	2.31X10 <sup>-14</sup>	2.1
Perunavalmisteet	3.81X10 <sup>-15</sup>	0.4
Peruna	2.97X10 <sup>-15</sup>	0.4
Hillot	9.57X10 <sup>-15</sup>	1.2
Sokerit, siirapit	1.55X10 <sup>-14</sup>	1.8
Makeiset	1.55X10 <sup>-14</sup>	1.8
Kaalit	2.27X10 <sup>-15</sup>	0.3
Sienet	4.95X10 <sup>-13</sup>	0.1
Juuri- ja mukulakasvit	4.41X10 <sup>-17</sup>	0.0
Kasvissäilykkeet	6.66X10 <sup>-14</sup>	0.3
Lehtivihannekset	2.15X10 <sup>-13</sup>	0.5
Sipulikasvikset	4.01X10 <sup>-15</sup>	0.5

### 2.3.1. Maito ja maitotuotteet

*Sanna Hietala*

Suomalaisen maidon **ilmastovaikutusta** on arvioitu useissa eri tutkimuksissa (Taulukko 2; Saarinen ym. 2014, Hietala ym. 2015, 2022b, 2023b, 2025a, 2025b). Rasva- ja proteiinikorjatun maitokilon (RPKM) ilmastovaikutus on Hietalan ym. (2022b) ja Mehtiön ym. (2023b) mukaan n. 1,0 kg CO<sub>2</sub>-ekv. ja rasvattoman maitolitrin ilmastovaikutus Saarinen ym. (2014) mukaan 0,8–0,9 kg CO<sub>2</sub>-ekv. riippuen tilan rehustusstrategiasta. Myös Hietala ym. (2025a, 2025b) raportoivat vastaavan suuruusluokan ilmastovaikutuksen tyypilliselle suomalaiselle maidolle. Eurooppalaisen ja suomalaisen luomumaidon ilmastovaikutus on Hietalan ym. (2015) ja Knudsenin ym. (2016) mukaan 1,3 kg CO<sub>2</sub>-ekv. per energiakorjattu maitokilo (EKM)

(vaihteluväli Euroopassa 1,0–1,9 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg EKM ja Suomessa 1,1–1,7). Saarisen ym. (2014) mukaan rasvattoman luomumaidon ilmastovaikutus on 0,9 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg.

Saarisen ym. (2014) tutkimus perustui erikokoisten arvoketjujen case-tuotteiden tuotantoketjukohtaiseen mallinnukseen. Hietala ym. (2015) tutkimus luomumaidon ilmastovaikutuksista keskittyi erilaisiin, vaihtoehtoisiin tuotantostrategioihin, eikä siinäkään pyritty kuvaamaan keskimääräistä tai tyypillistä tuotantoa. Hietalan ym. (2022b) ja Mehtiön ym. (2023b) tutkimus on perustunut Valion viime vuosina paljon kehittämään elinkaariarviointimalliin ja 700 suomalaiselta maitotilalta kerättyyn aineistoon (Taulukko 4).

Tulokset ovat hyvin yhteneviä muualla tehtyjen tutkimusten kanssa., joissa tulokset vaihtelevat pääosin 0,8–2,55 kg CO<sub>2</sub>-ekv. välillä. Länsimaissa maidon ilmastovaikutus on noin 1 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg (O’Brien ym. 2014, Hospers ym. 2022, Mazzetto ym. 2022, Sorley ym. 2024). Vaikka menetelmälliset erot vaikeuttavat suoraa vertailua, voidaan arvioida, että suomalaisen maidon ilmastovaikutus on samansuuruinen tai hiukan pienempi kuin muualla Euroopassa.

**Taulukko 4.** Tyypillisen maidontuotantotilan pääpiirteet Mehtiö ym. 2023b mukaan, n = 700.

Lypsylehmien lkm.	kpl	65
Ensimmäinen poikiminen	kk	25
Lypsylehmä, elopaino	kg	647
Lypsylehmä, laidunkausi	d	74
Rehun syönti	kg ka/vrk	22
Maidontuotos	kg/v/lehmä	10 139
Lantajärjestelmä		liete
Karkearehun osuus	%	57
Väkirehun osuus	%	43

Kuten muillakin nautakarjatuotteilla, maidon ilmastovaikutuksen olennainen tekijä on ruoansulatuksessa muodostuva metaani, joka kattaa maidon ilmastovaikutuksesta 33–57 %. Huhtanen ym. (2022) mukaan lypsylehmien metaanipäästö maitokiloa kohden on pienentynyt 36 % vuosina 1960–2020. Suomen kasvihuonekaasuinventaarin mukaan tuotantoeläinten metaanipäästöt ovat pienentyneet 13 % vuodesta 1995, tuotostasojen noustua (luku 4.1).

Myös rehukasvien viljely sekä lannan varastointi vaikuttavat olennaisesti maidon ilmastovaikutukseen (Hietala ym. 2023b; 2024b,c). Maidontuotanto perustuu Suomessa pitkälti nurmisäilörehupohjaiseen ruokintaan. Nurmisäilörehu kattaa noin 55–60 % rehuannoksesta, jota täydennetään kotimaisilla viljoilla, ohralla ja kauralla ja rypsirouheella, joka on lähes täysin tuontia. Valkuaispitoinen rypsi- tai rapsirouhe tai -puriste kattaa lypsylehmien ruokinnasta noin 10 %. Poiketen monista muista Euroopan maista, suomalaisessa nautakarjatuotannossa ei käytetä soijapohjaisia rehuja (Rinne ym. 2023) ja maissisäilörehuakin erittäin vähän.

Taulukossa 2 esitettyjen maidon ja maitotuotteiden maankäyttöön perustuvan lajikatovaikutuksen lisäksi suomalaisen luomumaidon **biodiversiteettivaikutuksia** on tutkittu elinkaariarviointiin sopivalla menetelmällä, joka huomioi myös laiduntamisen mahdollisesti positiivisen

vaikutuksen biodiversiteettiin (Knudsen ym. 2016)<sup>8</sup>. Menetelmä perustuu kasvilajien mahdolliseen häviämiseen pellolla verrattuna paikalliseen luonnolliseen kasvillisuuteen (puoliluonnollinen metsä), mikä kertoo potentiaalisesti kadonneesta luonnon monimuotoisuudesta. Esimerkiksi perinteisellä viljapellolla lajien väheneminen verrattuna luonnolliseen kasvillisuuteen voi olla 20:stä kuuteen kasvilajia 100 m<sup>2</sup>:tä kohti, mikä vastaisi noin 70 %:n mahdollista katoamisosuutta. Luomuviljapelloilla lajien väheneminen on vain noin 20 % ja perinteisillä niityillä noin 10 %. Mikäli pellolla havaitaan enemmän lajeja kuin luonnollisessa kasvillisuudessa olisi, luonnon monimuotoisuuden katsotaan lisääntyneen ja vaikutus on positiivinen. Kaikkien suomalaisten luomumaitotilojen biodiversiteettivaikutus oli luonnon monimuotoisuutta lisäävää, samoin kuin muissa maissa useiden luomumaitotilojen biodiversiteettivaikutus, ja luomumaidolla oli tavanomaiseen maitoon verrattuna pienempi haitallinen biodiversiteettivaikutus (Knudsen ym. 2016). Tutkimuksen mukaan nurmirehun suurempi suhteellinen määrä ruokinnassa kytkeytyi lisääntyneeseen biodiversiteettiin.

Nurmituotannon on havaittuja vaikuttavan positiivisesti niin ilmasto- kuin biodiversiteettivaikutukseenkin (ks. luvut 4.1. ja 4.3.). Kuitenkin myös nurmien viljelyn ympäristötehokkuuden kannalta optimaalinen panoksien käyttö ja hyvä rehun laatu ovat tärkeitä. Viljelykiertoilla voidaan vaikuttaa kasvien terveyteen, maaperän kasvukuntoon, typpipanosten tarpeeseen ja satotasoihin (Hietala ym. 2022c, 2023a) (luku 4.4). Erityisesti palkokasvien sisällyttämisellä viljelykiertoon on positiivisia vaikutuksia. Paitsi optimaalisella panoskäytöllä, myös pellon maaperällä on paljon merkitystä rehuksien ilmastovaikutukseen (luku 4.1). Eloperäisten maiden osuudella on merkittävä vaikutus maidon ilmastovaikutukseen, joka 3–4-kertaistuu, jos kaikki rehu tuotetaan eloperäisillä peltolohkoilla keskimääräisen eloperäisten maiden osuuden sijaan (Rimhanen & Hietala 2024, Kajava & Sairanen 2024). Tämä voi johtaa nautakarjapohjaisten tuotteiden ilmastovaikutusten alueellisiin eroihin, sillä eloperäiset maat painottuvat Suomessa erityisesti Pohjanmaalle, Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalle sekä Lappiin (Kekkonen ym. 2019, Kekkonen ym. 2023).

### 2.3.2. Broilerinliha

*Kirsi Usva ja Sanna Hietala*

Broilerinlihan kulutus on Suomessa kasvanut lähes joka vuosi vuodesta 1990 lähtien (Luke 2024e). Vuodesta 2023 alkaen se on ollut Suomen eniten kulutettu lihalaji.

Suomessa tuotetun broilerinlihan **ilmastovaikutus** on matala, noin 3,0 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg luu- tonta lihaa (Taulukko 2) olettaen luiden osuudeksi n. 20 % teuraspainosta (2,4 kg CO<sub>2</sub>-ekv./teuraskilo) (Usva ym. 2022). Vuosina 2018–2022 tehty arviointi perustuu erittäin laajaan

---

<sup>8</sup>Samassa tutkimuksessa arvioitiin myös luomumaidon ilmastovaikutukset eri maissa hyödyntäen Arla Foodsin maidontuotantoketjulle kehitettyä tilatason elinkaariarviointimallia (Schmidt & Dalgaard 2012). Aineisto kerättiin kaikkiaan 34 eurooppalaiselta luomumaitotilalta, joista 8 oli Iso-Britanniasta, 8 Tanskasta, 7 Suomesta, 5 Itävallest, 4 Italiasta ja 2 Belgiasta. Ilmastovaikutusarviointi toteutettiin kaikille tiloille, biodiversiteettivaikutusarvio Iso-Britannian, Tanskan ja Suomen tiloille. Tutkimukseen tilat valittiin, ei niinkään kuvaamaan ko. maan tyypillistä luomutuotantoa, vaan erityispiirteittensä perusteella. Suomalaiset tilat edustivat pientä itäsuomalaista meijeriä. Eri maiden tilojen lypsylehmien keskimääräinen vuotuinen maidontuotos vaihteli välillä 3 581–7 481 kg EKM, suomalaisten maitotilojen tuotoksen ollessa keskimäärin 7 019 kg EKM.

aineistoon broilerin tuotannosta vuonna 2018. Samasta aineistoista arvioitiin myös **vesiniukkuus**, joka oli 0,69 m<sup>3</sup> ekv. (AWARE)/ lihakilo (0,55 m<sup>3</sup> ekv. (AWARE) / teuraskilo). Pitkälle optimoidussa ja tarkasti kontrolloidussa tuotannossa myös tilojen väliset erot ovat vähäisiä.

Alhaisten elinkaaristen ympäristövaikutusten taustalla on erityisesti se, että broileri on erittäin tehokas lihantuottaja. Broilerin elämänaikainen rehunkulutus on noin 1,6 kg rehua / kg elopainoa (rehuhyötysuhde) (Hietala ym. 2022e). Tuotantoketju on tarkasti ohjattu: broilerinmunat tuotetaan niihin erikoistuneilla tiloilla, haudotaan hautomoissa untuvikoiksi ja kasvatetaan broileritiloilla, joita on Suomessa noin 175 (SVT 2024, Hietala ym. 2022e). Kasvatushallissa broilereilla on allaan tyypillisesti turvepohjainen kuivike.

Vaikutuksista valtaosa (ilmastovaikutuksessa 79 %, vesiniukkuudessa 82 %) johtuu broilerin kuluttamien rehujen tuotannosta (Usva ym. 2022). Suurin osa rehusta on vehnää. Muita merkittäviä komponentteja ovat kuorittu kaura ja valkuaisrehut soijarouhe, soijaproteiini, herne ja rypsirouhe ja pienemmässä määrin muut raaka-aineet. Rehutuotannon ilmastovaikutukset koostuvat pääasiassa typpilannoituksen suorista ja epäsuorista N<sub>2</sub>O-päästöistä, orgaanisen maa-aineksen hajoamisesta sekä viljelypanosten, mm. lannoitteiden, valmistuksesta ja energiankulutuksesta esimerkiksi peltotöissä (Hietala ym. 2022d). Rehutuotannossa aiheutuu ilmastovaikutuksia myös maankäytön muutoksen vuoksi, kun metsiä on raivattu viljelysmaaksi. Broilerintuotannon osalta siitä valtaosa johtuu soijan tuotannosta Brasiliassa ja noin kolmannes suomalaisen broilerintuotannon käyttämien rehuksien tuotannon päästöistä oli maankäytön muutoksista johtuvia (Usva ym. 2022). Ulkomaisilla rehuraaka-aineilla, esimerkiksi Yhdysvalloissa tuotetulla soijalla, on myös vaikutuksia veden niukkuuteen (Usva ym. 2022).

Broilerinlihan **biodiversiteettivaikutusta** on arvioitu yleisemmällä tasolla lajikatovaikutuksena. Nämä vaikutukset liittyvät erityisesti soijan tuotantoon Etelä- ja Pohjois-Amerikassa, jossa lajirikasta luonnontilaista metsää raivataan peltoviljelyyn (Kyttä ym. 2023a). Soijarehuun liittyvän lajikatovaikutuksen takia kotimaisen broilerinlihan lajikatovaikutus ( $7,07 \times 10^{-13}$  PDF/kg) on korkeampi kuin esimerkiksi kotimaisen sian- tai naudanlihan (Taulukko 3; Kyttä ym. 2023a), vaikka maankäyttö broilerinlihan tuotannossa on pienempää.

### 2.3.3. Sianliha

*Sanna Hietala*

Sianliha on toiseksi kulutetuin ja tuotetuin lihalaatu Suomessa. Suomalaisen sianlihan ilmastovaikutus on 4,5 CO<sub>2</sub> ekv. / lihakilo (Taulukko 2) (3,6 kg CO<sub>2</sub> ekv. / teuraskilo) ja vastaavasti vesiniukkuusvaikutus 0,86 m<sup>3</sup> ekv. (AWARE) / lihakilo (0,69 m<sup>3</sup> ekv. (AWARE) / teuraskilo) (Hietala ym. 2022e, 2024a). Suomalaisen sianlihan lajikatovaikutus on broilerinlihaa ja naudanlihaa matalampi  $2,74 \times 10^{-13}$  PDF/kg (Taulukko 3; Kyttä ym. 2023a).

Sianlihan **ilmastovaikutus** aiheutuu ennen kaikkea rehuksien tuotannosta (43 %), porsastuotannosta (33 %) ja lantavarastoinnista (17 %). Sianlihatuotannossa hyödynnetään runsaasti kotimaisia rehuraaka-aineita, mutta jonkin verran myös esimerkiksi soijaa<sup>9</sup>. Valtaosa kotimaisen sianlihatuotannon rehusta kuitenkin tuotetaan Suomessa, sikatilalla tai lähellä tilaa.

---

<sup>9</sup> Tutkimuksen aineisto kerättiin vuodelta 2018. Viime vuosina soijattomat sikojen rehuseokset ovat yleistyneet sika- ja rehuelinkeinon kehitystyön tuloksena.

Päästövähennysten saavuttamiseksi erityisesti tilojen oman rehuntuotannon resurssitehokkuuteen panostamisella olisi merkitystä.

Suomalaisessa sianlihatuotannossa erityispiirteenä on erilaisten kotimaisiin raaka-aineisiin perustuvien elintarviketeollisuuden sivuvirtojen hyödyntäminen, kuten ohrajakeet etanoli- tai tärkkelystuotannosta ja hera maitotuoteteollisuudesta. Sivuvirtojen hyödyntäminen rehuina on merkittävästi ympäristötehokkaampaa kuin viljelykasvien käyttö suoraan rehuina. Tiloilla, joissa ruokinta perustui ohravalkuaisrehupohjaiseen liemiruokintaan, sianlihan ilmastovaikutus oli tyypillisesti keskimääräistä pienempi (Hietala ym. 2022e, 2024a, Miettinen ym. 2024). Parhaiten suoriutuvien ja heikommin suoriutuneiden tilojen ilmastovaikutuksien ero oli jopa 40 %. Tilojen rehuksien tuotannossa ilmastovaikutusta lisäsi erityisesti kasvintuotannon heikko resurssitehokkuus ja turvemaiden viljely (ks. luku 4.1).

Porsastuotannossa käytettävän rehustuksen koostumus poikkeaa lihasikojen ruokinnasta, mm. korkeamman valkuaispitoisuutensa vuoksi. Kaikilla eläimillä rehuvalkuaisen koostumus pyritään saamaan elimistön tarpeiden mukaiseksi. Erityisesti nuorilla eläimillä rehuvalkuaisen on oltava hyvin sulavaa. Soija on siinä kotovaraisia valkuaislähteitä parempi. Esimerkiksi vie-roitettujen porsaiden ruokinnasta keskimäärin 16 % on soijaa ja soijapohjaisia raaka-aineita. Täysin soijatontakin porsaille sopivaa rehua on mahdollisuus tuottaa, mutta sen syöttäminen porsaille tosin on harvoin taloudellisesti kannattavaa Suomen olosuhteissa. Soijan tuotannosta voi aiheutua huomattavia ilmasto-, biodiversiteetti- ja vesiniukkuusvaikutuksia, jotka vaihtelevat riippuen tuotantoalueesta.

Eri tutkimusten tuottamien elinkaariarviointien tulosten vertaileminen voi olla haasteellista menetelmissä ja lähtötiedoissa olevien erojen takia. Arvioinneissa on tärkeä käyttää kyseisiä arvoketjuja kuvaavia lähtötietoja ja siksi kotimaisten tuotteiden ja tuontituotteiden ympäristövaikutusten vertaamisessa on tärkeää käyttää tuotanto- maiden lähtötietoja ja tuloksia. Suomeen tuodaan esimerkiksi sianlihaa erityisesti Saksasta, joka kattaa 70 % tuontisianlihasta, ja pienemmällä osuudella Puolasta, Tanskasta, Espanjasta ja Hollannista (Luke 2022). Nämä maat kattoivat tuontisianlihasta 94 %. Espanjalaisen sianlihan osuus suomalaisesta tuontisianlihasta on keskimäärin noin 5 %, vaikka Espanja onkin Euroopan suurin sianlihantuottajamaa (Luke 2022, Miettinen ym. 2024). Näistä maista ei kuitenkaan ole saatavilla kattavasti elinkaariarvioinnin tuloksia. Erilaisten riskitekijöiden vertailua voidaan kuitenkin tehdä. Suomalaisen sianlihan tuotannossa ympäristövaikutuksiltaan merkittävän soijan käyttö on hieman vähäisempää kuin tärkeimpien tuontimaiden sianlihantuotannossa: lihasikojen rehuannoksen kuiva-ainepitoisuudesta noin 4 % rehuannoksen on soijaa, kun taas tärkeissä tuontimaissa Saksassa ja Tanskassa se on keskimäärin 6–7 % (Reckmann ym. 2013, Dorca-Preda ym. 2021). Espanjassa se on jopa 11–17 %, ja siellä käytetään runsaasti myös ohraa ja maissia (Lamnatou ym. 2022, Noya ym. 2017). Tuotantotavoilla voi olla laajemminkin merkitystä. Esimerkiksi espanjalaisen Iberialaisen kinkun tuotanto on tyypillisesti ns. free range -kasvatusta ja lihasiat saavat ravintonsa pääosin tai kokonaan metsälaitumelta, johon voi liittyä suuria hiilinieluvaiikutuksia. Iberialaisen kinkun ilmastovaikutus onkin vaihdellut eri tutkimuksissa negatiivisesta - 5,6 kg CO<sub>2</sub> ekvivalentista per teuraskilo aina 7,7 kg CO<sub>2</sub> ekvivalenttiin per teuraskilo (Lamnatou ym. 2022, Reyes-Palomo ym. 2023).

### 2.3.4. Naudanliha

*Sanna Hietala*

Suomalaisen naudanlihan elinkaarisia ympäristövaikutuksia ja niiden päästövähennyspotentiaalia on tutkittu varsin paljon (Hietala ym. 2018, Hietala ym. 2021, Hietala ym. 2022a, Huuskonen 2023, Huuskonen ym. 2025, Manni ym. 2023, 2025). Keskimääräisen suomalaisen naudanlihan **ilmastovaikutus** on 32,6 kg CO<sub>2</sub>-ekv. / lihakilo<sup>10</sup> (Taulukko 2) (26,1 kg CO<sub>2</sub>-ekv. / teuraskilo) (Hietala ym. (2021). Maitorotuisen<sup>11</sup> naudanlihan keskimääräinen ilmastovaikutus on noin 22 % pienempi kuin emolehmätuotantoon perustuvalla naudanlihalla (Hietala ym. 2021). Suomalainen nautakarja on pitkälti maitorotuisista; siitä tuleva naudanliha kattaa noin 80 % tuotetusta naudanlihasta. Samassa tutkimuksessa tarkasteltiin myös rehevöittäviä ja happamoittavia vaikutuksia, jotka olivat linjassa ilmastovaikutuksien kanssa.

Naudanlihan ilmastovaikutukseen merkittävin päästölähde on nautojen ruoansulatus, jossa muodostuu pötsikäymisen seurauksena runsaasti voimakasta kasvihuonekaasua metaania. Muita huomattavia päästölähteitä ovat rehukasvien viljely ja lannan varastointi, joissa syntyy erityisesti dityppioksidia. Näihin päästöihin vaikuttavat mm. rehuannoksen koostumus, rehukasvien ravitsemuksellinen laatu, rehuhyötysuhde, kasvatusajan pituus, eläinaineksen laatu ja erityisesti tuotantojärjestelmä (Hietala ym. 2021, 2022a, Huuskonen 2023, Huuskonen ym. 2025, Manni ym. 2025).

Suomalaisten nautojen ruokinta perustuu pitkälti karkearehuun, joka on tyypillisesti nurmisäilörehua, sekä väkirehuun, joka useimmiten on ohraa tai kauraa ja kattaa noin 30–40 % rehuannoksesta. Rehuntuotannon ilmastovaikutusta pienentää esimerkiksi optimoitu typpipanosien määrä suhteessa satoon ja vähäinen eloperäisten maiden viljely. Erityisesti nurmirehuihin liittyy sekä potentiaalia pienentää tuotannon päästöjä peltoviljelystä että riski lisääntyviin päästöihin ruoansulatuksesta.

Nurmirehun osuuden lisääminen ruokinnassa voi suurentaa naudanlihan ilmastovaikutusta heikentyneen kasvun ja rehuhyötysuhteen vuoksi (Huuskonen 2023, Manni ym. 2025). Huuskosen ym. (2023) ja Mannin ym. (2025) tutkimuksissa ei kuitenkaan ole huomioitu maaperän hiilivarastomuutoksia, jotka saattava pienentää nurmituotannon hiilijalanjälkeä verrattuna väkirehutuotantoon (O'Brien ym. 2014).

Huuskosen ym. (2025) mukaan nurmisäilörehun korvaaminen apilasäilöhullalla voi vähentää naudanlihan ilmastovaikutuksia ja rehevöittäviä ja happamoittavia vaikutuksia. Mannin ym. (2025) mukaan väkirehulisällä kasvatetuilla hiehoilla oli parempi rehuhyötysuhde ja

---

<sup>10</sup> Viime vuosina suomalainen naudanlihatuotanto on hieman muuttunut. Esimerkiksi lypsylehmien ja emolehmien teuraskilomäärät ovat pienentyneet ja erityisesti hiehoista saatava teuraskilomäärä on kasvanut (Luke 2024).

<sup>11</sup> Maitorotuinen naudanlihatuotanto perustuu maidontuotantoketjuun ja elinkaariarvioinnissa pääosa lypsylehmien ympäristökuormituksesta kohdistetaan maitotuotteille. Naudanlihatuotteiden ympäristövaikutukset aiheutuvat pääosin jälkeläisten kasvatuksesta tulevista päästöistä. Emolehmätuotannossa sen sijaan tuotantoketjun kaikki päästöt kohdistetaan tuotetulle naudanlihalle, koska tuotantoketjusta ei saada muita taloudellisesti merkittäviä tuotteita.

päiväkasvu, ja 10–23 % pienemmät tuotetun naudanlihakilon ilmastovaikutukset ja rehevöittävät ja happamoittavat vaikutukset suhteessa pelkällä säilörehunurmella tuotettuun.

Eläimistä aiheutuvia päästöjä voidaan pienentää panostamalla hyvin sulavaan karkearehuun. Rehuhyötysuhteen heikkeneminen, kasvatusajan pidentyminen ja rehuannoksen typpipitoisuuden lisääntyminen puolestaan lisäävät päästöjä (mm. Hietala ym. 2021, Huuskonen 2023, Huuskonen ym. 2025, Manni ym. 2025). Lannan varastoinnin päästöihin vaikuttaa käytetty lantajärjestelmä ja varastointi- ja levitystapa. Suomalaisessa maitorotuisessa tuotannossa käytetään tyypillisesti lietejärjestelmää ja emolehmätuotannossa kuivikelantaa. Kuivikkeena yleisesti käytetty turve nostaa emolehmätuotannon päästöjä, kun taas maitorotuisessa tuotannossa lietteen levitysmenetelmä voi lisätä rehukasvien tuotannon päästöjä (Hietala ym.2021).

Suomalaisen naudanlihan **biodiversiteettivaikutusta** ja **vesiniukkuusvaikutuksia** on tarkasteltu ilmastovaikutuksen lisäksi osana tutkimusta, jossa niitä on myös verrattu tuontilihaan (Joensuu ym. 2023b). Tuontilihan ympäristövaikutukset arviotiin perustuen kirjallisuustietoon maiden nautakarjatuotannosta sekä raportoituihin ja vertaisarvioituihin elinkaariarviointitutki-  
muksiin. Naudanlihaa tuli vuoden 2019 tilastojen mukaan pääosin Euroopan maista, joista tärkeimmät olivat Puola, Liettua, Saksa, Alankomaat, Tanska ja Ruotsi. Tutkimuksessa oletettiin, että kaikissa maissa karkearehu ja vilja oli tuotettu kyseisessä maassa ja että tuontisoija-rehu oli argentiinalaista. Suomalaisen naudanlihan arvioinnissa käytettiin Hietala ym. (2021) lähtötietoja.

Vertailun mukaan suomalaisen naudanlihan biodiversiteetti- ja vesiniukkuusvaikutukset olivat tuontinaudanlihaa pienemmät. Erot johtuivat pääosin rehuannosten koostumuksista ja rehu-  
kasvien alkuperästä. Suomalaisen naudanlihan biodiversiteettivaikutus oli suurempi liharotuisilla kuin maitorotuisilla, ja oli keskimäärin  $2,2 \times 10^{-13}$  PDF. Tämä vastasi noin 1 % Suomeen tuodun naudanlihan biodiversiteettivaikutuksesta. Käytetty arviointimenetelmä ei huomionnut laiduntamisen positiivisia vaikutuksia, kuten esimerkiksi Knudsen ym (2016) tutkimuksessa, ja liharotuisen emolehmätuotannon runsaampi laiduntaminen lisäsi negatiivista biodiversiteetti-  
vaikutusta.

Suomalaisen naudanlihan vesiniukkuusvaikutus oli keskimäärin 0,9 m<sup>3</sup> ekv. (AWARE<sup>12</sup>) /ruho-  
kg. Maitorotuisen naudanlihan vesiniukkuusvaikutus oli 0,8 m<sup>3</sup> ekv. (AWARE) /ruho-kg) ja emolehmätuotantoon perustuvan naudanlihan (1,2 m<sup>3</sup> ekv. (AWARE) /ruho-kg). Suomalaisen naudanlihan vesiniukkuusvaikutus oli eurooppalaisen tuontinaudanlihan kanssa samalla tasolla, kun suomalainen naudanliha mallinnettiin perustuen samanlaiseen, epätarkempaan aineistoon kuin tuontimaiden elinkaarimallinnus. Vesiniukkuuden- ja biodiversiteettivaikutuksen arvioinnissa rehuannoksella ja rehujen alkuperällä on hyvin suuri vaikutus lopputulokseen, mutta niihin liittyy lähtötietojen epävarmuuksien. Sen takia arviointeja on pidettävä suuntaa antavina. Joka tapauksessa, koska Suomessa on runsas vuotuinen sadanta, Suomella on suhteellinen etu tuottaa vesi-intensiivisiä tuotteita, kuten maitoa ja naudanlihaa, verrattuna maihin, joissa vedestä on pulaa. Kuitenkin kotimaistenkin tuotteiden tuotantoon liittyy tuontipä-  
noksien käyttöä, joiden tuotantoon voi liittyä vesiniukkuusriskejä.

---

<sup>12</sup> Boulay ym. 2018

### 2.3.5. Kala

*Frans Silvenius ja Virpi Vorne*

Kotimaisen kalan elinkaarisia **ilmastovaikutuksia** on arvioitu varsin kattavasti (Taulukko 2) ja niitä on verrattu tärkeimpään tuontikalaan, norjalaiseen kasvatettuun loheen (Silvenius ym. 2022, 2025).

Kasvatetun kalan ilmastovaikutukset vaihtelevat merkittävästi tuotantotavan mukaan. Verkkokasseissa kasvatetun kotimaisen kirjolohella on alhaisempi ilmastovaikutus kuin Norjassa kasvatetulla lohella (3,7 vs. 4,6 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg) (Silvenius ym. 2022, 2025). Se johtuu lohenkasvatuksen korkeammasta rehumäärästä suhteessa tuotettuun kalamäärään ja rehun suuremmasta soijapitoisuudesta. Soijaa käytetään kasvisperäisenä valkuaisaineena lohen ruokavaliassa ja sen osuus oli vielä vuonna 2021 rehun koostumuksessa 17 %, josta eteläamerikkalaista alkuperää oli 81 % (Ziegler ym. 2021). Kiertovesiteknologialla kasvatetun kirjolohen ilmastovaikutus 6,0–10,0 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg on selvästi suurin (Silvenius ym. 2022, 2025).

Luonnonkalojen ilmastovaikutus on selvästi alhaisempi kuin kasvatetut kalat ja lisäksi pyyntimenetelmillä on merkitystä (Silvenius ym. 2022, 2025, Ziegler ym. 2021). Rysällä pyydetyn silakan ilmastovaikutus on selvästi alhaisempi kuin troolilla pyydetyn silakan (0,4 vs. 1,3 CO<sub>2</sub>-ekv./kg). Nuotalla pyydetyn muikun ilmastovaikutus on näiden välistä (0,8 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg).

Kasvatetun kalan **biodiversiteettivaikutus** (lajikatovaikutus) on suhteellisen korkea  $6,25 \times 10^{-14}$  PDF/kg (Taulukko 3) johtuen soijan käytöstä kalanrehuna (Kyttä ym. 2023a). Tämä biodiversiteettivaikutuksen arviointitapa ei ota kantaa lajistovaikutuksiin vesiekosysteemissä vaan keskittyy maa-alueilla ilmeneviin vaikutuksiin.

Kasvatetun ja pyydetyn kalan arvoketjut poikkeavat merkittävästi toisistaan. Kasvatetun kalan elinkaarissa rehuraaka-aineiden tuotannolla on keskeinen merkitys. Rehu koostuu usein kala-jauhosta, kasviproteiineista (kuten soijasta) ja öljyistä. Rehun raaka-aineet ovat usein peräisin kaukaa, kuten Etelä-Amerikasta. Poikaset kasvatetaan erityisissä laitoksissa ennen siirtoa kasvatusaltilaisiin tai -kasseihin. Poikasten kasvatus vaatii lämpötilan ja veden laadun hallintaa ja kuluttaa energiaa. Varsinainen kalan kasvatus tapahtuu joko avovesikasseissa tai kiertovesilaitoksissa. Kiertovesikasvatus on teknisesti vaativampaa ja energiavaltaisempaa, mutta mahdollistaa paremman kasvatusympäristön ja ravinnepäästöjen hallinnan. Kasvatuspaikalta kalat kuljetetaan käsittelylaitoksiin, joissa ne perataan, fileoidaan ja pakataan kuluttajamarkkinoita varten. Kuljetuksen ilmasto- ja ympäristövaikutukset riippuvat etäisyyksistä ja kuljetusmuodoista. Kuljetus voi tapahtua vesiteitse tai maanteitse. Pakkausmateriaalien valmistus ja käyttö vaikuttavat lopputuotteen ilmastovaikutukseen. Lopuksi tuotteet kuljetetaan jakelukeskuksiin tai vähittäismyyntiin. (Silvenius ym. 2022, 2025.)

Luonnonkalojen elinkaari alkaa kalastuksesta, joka voi tapahtua eri menetelmillä. Pyyntimenetelmä vaikuttaa suoraan ilmastovaikutuksiin – passiiviset menetelmät kuten rysä ovat energia- tehokkaampia kuin aktiiviset kuten trooli. Saalis lajitellaan, perataan ja jäähdytetään joko aluksella tai satamassa nopeasti ja vähäenergisesti verrattuna kasvatettuun kalaan. Kalat kuljetetaan (jatko)käsittelylaitoksiin tai suoraan jakeluun. Kuljetusmatkat ovat usein lyhyempiä kuin kasvatetulla kalalla, mikä pienentää päästöjä. Lopuksi kalat toimitetaan vähittäismyyntiin tai jalostukseen. Koska käsittelyketju on lyhyempi, myös jakelun ilmastovaikutukset ovat usein pienemmät. (Silvenius ym. 2022, 2025.)

Kalojen käsittelystä syntyy myös sivutuotteita, joita voidaan hyödyntää eri tarkoituksiin. Kylmäketjun ylläpito on tärkeää kaikissa kalatuotearvoketjuissa kuten myös muissa eläintuotteissa, mikä lisää energiankulutusta verrattuna lämmölle vähemmän herkkiin tuotteisiin. (Silvenius ym. 2022, 2025.)

### 2.3.6. Kanamunat

*Frans Silvenius, Kirsi Usva ja Virpi Vorne*

Kanamunien **ilmastovaikutus** on keskimäärin 1,7 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg, mutta se vaihtelee tuotantomuodon mukaan välillä 1,6–2,1 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg (Silvenius & Usva 2021) (Taulukko 2). Vuosina 2019–2021 tehdyssä kattavassa elinkaariarvioinnissa<sup>13</sup> kanamunakilon ilmastovaikutus virikehäkkikanaloissa oli pienin (1,6 kg), lattiakanaloissa hieman korkeampi (1,8 kg) ja luomutuotannossa suurin (2,1 kg). Erot selittyvät pääosin rehunkulutuksen määrällä ja viljojen satotasoilla. Rehuntuotanto vastasi 57 % kokonaispäästöistä, tilojen energiankäyttö 17 %, nuorikkokasvatus 10 % ja lannankäsittely 7 %.

Silveniuksen ja Usvan (2021) mukaan kanamunien keskimääräinen **rehevöittävä vaikutus** on 3,8 g PO<sub>4</sub>-ekv./kg vaihdellen tuotantomuodon mukaan (virikekanaloissa 3,4 g, lattiakanaloissa 3,8 g ja luomutuotannossa 4,2 g). Käytettyjen rehujen tuotanto on suurin rehevöitymisen aiheuttaja kanamuna-arvoketjussa (51 %), ja muut merkittävät toiminnot ja elinkaarenvaiheet ovat tilojen toiminnot (23 %), lannankäsittely (14 %) ja nuorikkokasvatus (9 %). Rehevöittävä vaikutuksen arvioinnissa huomioitiin myös ravinteiden kulkeutuminen ja vaikutus levien kasvuun vesistöissä. Tämä arviointitapa kuvastaa vaikutusta Itämereen.

Karkeamman, PEF:in suosittelen menetelmän mukaan arvioitiin erikseen potentiaalista rehevöittävä vaikutusta sisävesiin ja valtameriin<sup>14</sup> (Silvenius & Usva 2021, Suomen Siipikarjaliitto 2021). Sisävesiä rehevöittävä vaikutus oli keskimäärin 0,6 g P-ekv./kg, ja vaihteli välillä 0,54–0,81 g tuotantomuodosta riippuen. Merialueiden rehevöityminen oli keskimäärin 7,9 g N-ekv./kg, ja vaihteli välillä 7,8–9,4 g. Tuotantomuotojen väliset erot johtuvat pääasiassa eroista rehunkulutuksessa ja rehun tuotantotavoissa sekä luomun osalta etenkin eroista luomuviljojen satotasoissa (Silvenius & Usva 2021).

Kanamunan keskimääräinen **vesiniukkuusvaikutus** on 0,4 m<sup>3</sup>-ekv. (AWARE)/kg, ja vaihteli välillä 0,3–0,5 m<sup>3</sup>. Luomutuotannossa vesijalanjälki oli pienin (0,3 m<sup>3</sup>), mikä johtui vähäisestä mineraalilannoitteiden käytöstä. Rehuntuotanto muodosti 54 % vesijalanjäljestä, tilojen energiankäyttö 19 % ja pakkausmateriaalit 15 %. Vesiniukkuusvaikutus arvioitiin AWARE-menetelmällä, joka huomioi veden alkuperän ja alueellisen vesivarojen niukkuuden (Silvenius & Usva 2021).

<sup>13</sup> Tutkimuksessa tarkasteltiin 38 kanalaa, jotka kattoivat noin 80 % Suomen tuotannosta. Tuotantomäärät jakautuivat seuraavasti: virikekanaloista 8,9 miljoonaa kg, lattiakanaloista 6,3 miljoonaa kg ja luomukanaloista 1,3 miljoonaa kg kanamunia (Silvenius & Usva 2021; Silvenius ym. 2019).

<sup>14</sup> Sisävesien rehevöittävä vaikutuksen arviointi ottaa huomioon ainoastaan fosforin päästöt ja valtameriä rehevöittävä vaikutus ainoastaan typen päästöt. Kulkeutumista päästölähteistä, esim. pelloilta, vesistöihin ja pitkin vesistöreittejä ei oteta erikseen huomioon.

Kananmunantuotannon elinkaari koostuu useista vaiheista. Elinkaari alkaa haudonnasta, jossa munista kasvatetaan nuorikkoja. Seuraavaksi siirrytään nuorikkokasvatukseen, jossa kasvatetaan munimaan kykeneviä kanoja. Rehuntuotanto on keskeinen osa elinkaarta, sillä rehun laatu ja määrä vaikuttavat suoraan tuotannon tehokkuuteen ja ympäristövaikutuksiin. Varsinaisen munitusvaihe tapahtuu tuotantokanaloissa, joissa kananmunat kerätään. Samalla syntyy lantaa, jonka käsittely on tärkeä osa ympäristövaikutusten hallintaa. Tämän jälkeen munat siirtyvät pakkaamoon, jossa ne lajitellaan ja pakataan (Silvenius & Usva 2021).

Ympäristövaikutuksia tarkasteltaessa merkittävin tuotantovaihe oli rehuketju, sisältäen viljelyn, lannoitteiden käytön ja kuljetukset. Se aiheutti 51 % ilmastovaikutuksesta ja 50 % rehevöittävästä vaikutuksesta ja vesiniukkuusvaikutuksesta.

Syitä tuotantomuotojen välisiin eroihin ovat mm. lattiakanaloiden 15 % suurempi rehun kulu verrattuna virikekanaloihin. Rehuissa vuonna 2018 käytetty maissi nosti ympäristövaikutuksia. Myös tilojen energiankäytön vaikutti huomattavasti eri ympäristövaikutuksiin (Silvenius 2021). Luomuviljojen tuotannon ilmasto- ja rehevöittävä vaikutus oli suurempi kuin tavanomaisten viljojen. Siihen vaikutti erityisesti luomuviljojen alhaisemmat satotasot (Silvenius & Usva 2021). Toisaalta luomuviljojen tuotannossa käytettiin vain hyvin vähän kivennäislannoitteita, mikä johti pienempään vesiniukkuusvaikutukseen.

### **2.3.7. Viljat**

*Sanna Hietala, Frans Silvenius, Virpi Vorne ja Anniina Lehtilä*

Suomalaisten viljojen ympäristövaikutuksia on tarkasteltu useissa tutkimuksissa. Viljojen (ml. rehuviljat) ilmastovaikutus on ollut niissä keskimäärin 0,5–0,8 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg (Taulukko 2). Vehnän ja ohran hiilijalanjälki on noin 0,5 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg, kauran noin 0,6 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg, ja rukiin noin 0,8 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg (Hietala ym. 2022d, Saarinen ym. 2014).

Viljojen elinkaari pellolta kuluttajalle kattaa viljelytoimenpiteet (maanmuokkaus, kylvö, lannoitus), kasvukauden hoitotoimet (kasvinsuojelu, sadonkorjuu), sekä sadon varastoinnin, kuljetuksen, jalostamisen kulutustuotteiksi ja kulutuksen. Jokaisessa vaiheessa syntyy ympäristövaikutuksia, joista merkittävimmät liittyvät typpilannoitteiden käyttöön viljelyssä, energiankulutukseen, tuotantopanosten valmistukseen ja erityisesti turvemaiden viljelyyn (Saarinen ym. 2014, Lehtilä ym. 2024).

Maankäytön ja sen muutosten vaikutukset, erityisesti orgaanisten maiden (turvepellot) päästöt, voivat nostaa kotimaisten viljojen ilmastovaikutusta huomattavasti (Joensuu ym. 2021, Kekkonen ym. 2023, Lehtilä ym. 2024). Esimerkiksi orgaanisilla mailla viljellyn kauran ilmastovaikutus voi olla jopa 12-kertainen verrattuna kivennäismaalla viljeltyyn kauraan (Lehtilä ym. 2024). Hietalan ym. (2022d) mukaan, jos turvemaita on yli 90 % viljelyalasta, sikatilojen rehuohran ilmastovaikutus on 4–6-kertainen ja rehuvehnän 3–5-kertainen verrattuna tilanteeseen, jossa viljellään ainoastaan kivennäismaita. Rehujen ympäristövaikutukset kattavat suurimman osan sianlihan ympäristövaikutuksista, joten turvemaiden suuri osuus rehujen viljelyssä voi nostaa myös lihan ilmastovaikutusta. Turvemaiden korkeat päästöt vaikuttavat kaikkien kotimaisten maatalouttuotteiden ilmastovaikutuksiin. Maatalous- ja ruokasektorin tärkein yksittäinen ilmastopäästöjen vähennystoimi on turvemaiden viljelyn vähentäminen siellä missä se on mahdollista (Kekkonen ym. 2023).

Viljelymenetelmillä on suurempi vaikutus ympäristövaikutuksiin kuin viljalajilla. Lannoituksen määrä ja laatu, viljelykierto, kerääjäkasvien käyttö, muokkaustavat ja muut viljelytekniikat vaikuttavat merkittävästi viljan ympäristövaikutuksiin (Hietala ym. 2022c, 2022d, Vainio 2022, Hietala ym. 2025). Palkokasvien käyttö viljelykierrossa voi vähentää tarvetta lannoittaa teollisilla lannoitteilla, parantaa satotasoa ja pienentää ilmastovaikutusta, rehevöittäviä vaikutuksia ja viljelyalan tarvetta (Hietala ym. 2022c, 2023b, 2025a, Kuoppala ym. 2024). Kerääjäkasvien käytön on arvioitu voivan pienentää vehnän ilmastovaikutusta jopa 26–67 % riippuen viljelyalueesta ja laskentamenetelmästä (Joensuu ym. 2021). Esimerkiksi herneen käyttö viljan viljelykierrossa voi vähentää myös kasvinsuojeluaineiden tarvetta (Jalli ym. 2021).

Satotaso vaikuttaa merkittävästi viljan elinkaariin ympäristövaikutuksiin. Luomuviljojen ilmastovaikutukset ovat olleet usein arvioinneissa tavanomaisia viljoja korkeammat johtuen pääosin alhaisemmista sadoista. Niissä ei kuitenkaan ole otettu huomioon maaperän hiilensidontaa, joka voi kompensoida havaittua eroa (Saarinen ym. 2014, Iivonen ym. 2024a).

Hietala ym. (2022d) mukaan kotimaisten rehuviljojen (ohra, vehnä, kaura) **vesiniukkuusvaikutuksesta** (0,08–0,09 m<sup>3</sup>-ekv. (AWARE)/kg) noin 65 % aiheutui käytetyistä typpipanoksista, ja kaikista lannoitepanoksista aiheutui yhteensä noin 85 %.

Sääolosuhteet vaikuttavat viljan laatuun ja käyttötarkoitukseen. Viileä ja sateinen puintikausi voi heikentää vehnän sakolukuja ja vähentää leipävehnäksi kelpaavan sadon osuutta (ks. laatusuositusluvussa 6.3). Esimerkiksi keskimäärin vain 46 % vehnästä käytetään elintarvikkeeksi, loput menevät rehuksi (Jansik ym. 2024a). Tätä vaikutusta ei yleensä sisällytetä maataloustuotteiden tai elintarvikkeiden ympäristövaikutusten elinkaariarviointiin.

Leipä on viljan merkittävin käyttökohde, kun vilja menee suoraan ihmisravinnoksi. Leipän hiilijalanjälki on noin 0,9–1,0 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg, josta jopa puolet voi aiheutua leipomon energiankäytöstä (Saarinen ym. 2014). Pakkauksen osuus leivän ympäristökuormasta on pieni (2–5 %).

### 2.3.8. Kasvikset ja peruna

*Virpi Vorne, Frans Silvenius ja Sanna Hietala*

Kotimaisten kasvien **ilmastovaikutus** vaihtelee suuresti riippuen viljelymenetelmistä, kuljetusmatkoista, säilytyksestä ja pakkaustavoista. Avomaakasvien hiilijalanjälki on yleensä pieni tuotekiloa kohden, mutta intensiiviseen viljelyyn liittyy haasteita, kuten maan orgaanisen aineksen väheneminen, riippuvuus mineraalilannoitteista ja ajoittain runsas kasvinsuojeluaineiden käyttö. Viljelymaiden kasvukunnon ylläpito on erityisen tärkeää kestävän tuotannon näkökulmasta.

Erityisesti avomaalla kasvatetuilla juureksilla, kaaleilla ja sipuleilla on alhaiset ilmastovaikutukset (Taulukko 2). Juuresten ja juurikkaiden sekä kaalien ja sipulin ilmastovaikutus on vain 0,1–0,2 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg (Saarinen ym. 2011).

Myös perunan ilmastovaikutus on erittäin pieni, keskimääräinen 0,1–0,2 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg perunaa tuotantoketjun eri vaiheista riippuen (Taulukko 2). Suurimmat päästöt syntyvät viljelyvaiheessa, johon vaikuttavat esimerkiksi lannoitteiden käyttö ja viljelymenetelmät. Varastointi ja kuljetus tuovat oman osansa kokonaisvaikutukseen, mutta perunan kokonaishiilijalanjälki pysyy alhaisena (Pulkkinen ym. 2012).

Vihannesten viljelyn kestävyyttä voi yhä parantaa maaperän terveyttä edistävillä viljelymenetelmillä, kuten hyödyntämällä monipuolisia viljelykiertoja, orgaanisia maanparannusaineita ja viherlannoitusta sekä vähentämällä maanmuokkausta (luku 4.4). Näillä toimilla voidaan parantaa maaperän hiilensidontaa ja ravinteiden kiertoa, mutta käytännön toteutuksessa on vielä haasteita, kuten kasvintuhoojien hallinta ja ravinnetasapainon säilyttäminen (Suojala-Ahlfors ym. 2024a). Myös uusiutuvan energian hyödyntäminen on yksi keino vähentää ympäristövaikutuksia varsinkin kasvihuonetuotannossa.

Marjojen (etenkin mansikka ja vadelma) tuotannossa on viime aikoina siirrytty enenevässä määrin tunnelituotantoon avomaatuotannon sijaan. Joensuun ym. (2023a) mukaan tunneliviljelyssä mansikan ilmastovaikutus oli keskimäärin 0,7 ja vadelman 0,8 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg (Taulukko 2), mutta tilojen välinen vaihtelu oli varsin suurta. Avomaaviljelyssä ilmastomuutosvaikutus oli tunnelituotantoa hieman suurempi: mansikalla 0,9 ja vadelmalla 1,0 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg, kun vadelman sato ylitti 1,5 t/ha. Toisaalta avomaavadelman heikko sato (<1 t/ha) kolminkertaisti ilmastomuutosvaikutuksen. Tunneliviljelyssä kasvinsuojeluaineiden käyttö, maankäyttö ja hävikki olivat avomaatuotantoa pienemmät. Sekä tilojen että viljelyvuosien välillä oli vaihtelua.

Mansikan tuotantotapojen välillä ei ollut suurta eroa **rehevöittävässä vaikutuksessa**, joka oli avomaalla keskimäärin 1,8 ja tunnelituotannossa 1,3 g PO<sub>4</sub>-ekv./kg. Avomaan vadelmalla vaikutus oli kuitenkin huomattavasti tunnelituotantoa suurempi, 3,2 g PO<sub>4</sub>-ekv./kg hyvinä sato vuosina. Sadon jäädessä alle tonniin hehtaarilta rehevöittävä vaikutus oli kuitenkin huomattavan suuri 11,0 g PO<sub>4</sub>-ekv./kg. Tilojen ja viljelyvuosien välinen vaihtelu oli suurta: mansikalla 0,9–2,8 ja vadelmalla 0,7–2,1 g PO<sub>4</sub>-ekv./kg. Marjojen viljelyn rehevöittävät päästöt aiheutuivat molemmissa tuotantomuodoissa pääosin tilalla tapahtuvista suorista ravinnehuuhtoumista, jotka johtuvat pääosin lannoituksen käytöstä aiheutuvista huuhtoumista ja rehevöittävästä päästöistä (Joensuu ym. 2023a).

Kasvihuonekasvien ilmastovaikutus on laskenut merkittävästi viime vuosikymmeninä. Vuonna 2017 tavanomaisen tomaatin ilmastovaikutus oli 2,6–3,0 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg, kurkun 2,0 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg ja ruukkusalaatin 2,7 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg (Silvenius ym. 2019) (Taulukko 2). Vertikaaliviljelyyn siirtyminen esimerkiksi salaatin ja yrttien tuotannossa voi vähentää ilmasto-päästöjä, mutta se edellyttää energiankäytön optimointia ja uusiutuvan energian käyttöä (Joensuu ym. 2023a). Energian käyttö, erityisesti fossiilisten polttoaineiden korvaaminen, on ollut merkittävä tekijä päästövähennyksissä (Silvenius ym. 2019).

Tomaatin tuotannon ilmastovaikutus vaihtelee Pohjois- ja Keski-Euroopassa yleensä välillä 1,6–9 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg ja Etelä-Euroopassa 0,2–0,5 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg. Suomalainen tuotanto on karkeasti ottaen siis samalla tasolla keski- ja pohjoiseurooppalaiseen tuotantoon nähden, mutta parannusta on tullut jo paljon vuoteen 2004 verrattuna. Niillä suomalaisilla tiloilla, joilla käytetään pelkästään ekosähköä ja uusiutuvia polttoaineita päästään Etelä-Euroopan hiilijalanjalan tasolle, kun otetaan myös kuljetukset huomioon (Silvenius ym. 2019, Silvenius & Kattajajuuri 2021).

Kasvihuonekasvien **vesiniukkuusvaikutusta** on arvioitu ISO:n AWARE-menetelmällä, joka huomioi tuotantoalueen vesiniukkuuden suhteessa käytettyyn vesimäärään ns. karakterisointikertoimen avulla (Boulay 2018). Kotimaisen tomaatin vesiniukkuusvaikutus oli 35 l/kg, kurkun 17 l/kg ja salaatin 36 l/kg. Näistä suurin osa johtui kastelusta, mutta salaatilla muovien osuus oli 8 %. Tämä johtui siitä, että osa muovimateriaaleista oli peräisin Italiasta, missä korkeampi karakterisointikerroin kasvatti vesiniukkuusvaikutusta verrattuna Suomeen (Silvenius ym. 2019).

Espanjalaisen tomaatin vesiniukkuusvaikutus oli huomattavasti suurempi kuin kotimaisen tomaatin. Suomessa tomaatin vesiniukkuusvaikutus oli 35 l/kg, kun taas Espanjassa se nousi peräti 3 165 l/kg. Tämä ero johtuu Espanjan korkeasta karakterisointikertoimesta, joka heijastaa maan vesiniukkuutta. Tämä korostaa paikallisen tuotannon merkitystä vesivarojen kestävyyskannalta (Silvenius ym. 2019).

### 2.3.9. Palko- ja öljykasvit

*Sanna Hietala, Frans Silvenius, Virpi Vorne ja Merja Saarinen*

Palko- ja öljykasveja viljellään peltokasveina niin kuin viljojakin. Palkokasvien **ilmastovaikutukset** (Taulukko 2) voivat olla viljoja alhaisemmat johtuen vähäisestä panoskäytöstä ja typpensidontakyvystä. Peltoherneen ilmastovaikutus on noin 0,5 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg satotasolla 2 050 kg/ha, ja tarhaherneellä vain 0,3 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg (Hietala ym. 2022d; Apetit 2024). Härkäpavun ilmastovaikutus on hieman alhaisempi, noin 0,4 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg satotasolla 2 600 kg/ha (Hietala ym. 2022d). Hietala ym. (2022d) arvioivat myös herneen ja härkäpavun vesiniukkuusvaikutuksia, jotka olivat linjassa ilmastovaikutuksien kanssa (herne 0,06 m<sup>3</sup>-ekv. (AWARE)/kg, härkäpapu 0,04 m<sup>3</sup>-ekv. (AWARE)/kg)

Sen sijaan rypsin ilmasto- ja vesiniukkuusvaikutukset ovat viljoja suurempia, 1,2 kg CO<sub>2</sub> ekv./kg ja 0,23 satotasolla n. 1 680 kg/ha (Hietala ym. 2022d). Jalostuksessa rypsin (siemenen) ympäristövaikutukset jakaantuvat eri tuotteisiin kuten rypsiöljyyn ja rypsirouheeseen tai -puristeseen. Luken asiakashankkeessa vuonna 2020 viljelyn osuus rypsiöljyn ilmastovaikutuksista oli 2,3 kg CO<sub>2</sub>-ekv. kiloa satotasolla 1 700 kg/ha (Apetit 2024). Rypsirouhe ja -puriste käytetään rehuksi ja niiden osuus ympäristökuormituksista sisällytetään tätä rehua hyödyntäneitten eläintuotteiden ympäristövaikutuksiin. Tilanne voi olla muuttumassa, koska vastikään myönnetty uuselintarvikelupa mahdollistaa rypsirouheen käytön kuluttajatuotteissa, kuten kasvi-proteiinivalmisteissa. Tällöin ympäristökuormitustenkin kohdistaminen eri tuotteille muuttuu.

Yleisesti ottaen typpilannoitteet ovat merkittävä ilmastovaikutusten lähde viljelyssä. Muista viljelykasveista poiketen palkokasvit sitovat typpiä biologisesti, mikä vähentää keinolannoitteiden tarvetta ja tekee niistä potentiaalisesti ilmastoviisaita viljelykasveja (Hietala ym. 2022d, 2025). Starttityppilannoituksen määrä herneellä ja härkäpavulla oli edellä mainittujen elinkaariarviointien lähtötietoaineistossa vähäinen, noin 15 kg/ha.

Suurimmat haasteet kotimaisessa palko- ja öljykasvituotannossa liittyvät suuriin satotasojen vaihteluihin ja osin heikkoon viljelyvarmuuteen. Kasvuolosuhteet vaikuttavat merkittävästi esimerkiksi härkäpavun satotasoon, ja suoraan kilokohtaisiin ympäristövaikutuksiin. Kuivuus haastaa erityisesti härkäpaputuotantoa; hyvällä vesihuollolla voidaan saavuttaa kolminkertaisia satoja verrattuna kuivuudesta kärsiviin aloihin. Viime aikoina on esitetty myös kastelua yhtenä satovarmuutta lisäävänä tekijänä (Belachew ym. 2023, Vanhatalo ym. 2024), mikä tosin saattaisi nostaa härkäpavun vesiniukkuusvaikutusta. Tärkeimmistä öljykasveista rypsin viljely on varmempaa kuin rypsin viljely, joka on toistaiseksi hyvin epävarmaa. Rypsin viljely voisi tuoda ympäristöetuja, koska se mahdollistaisi syyskylvön ja tuottaa onnistuessaan rypsiä paremman sadon. Syyskylvö lisää peltojen kasvipeitteisyyttä talvella, mikä vähentää vesistöjä rehevöittäviä ravinnepäästöjä ja eroosiota. Joka tapauksessa näiden erikoiskasvien heikko viljelyvarmuus ei välttämättä näy ihmisravinnoksi käytettävien tuotteiden elinkaariarvioinnin lopputuloksissa esimerkiksi silloin, kun epäonnistunut sato ohjautuu rehuksi.

## 2.4. Suomessa kulutettujen elintarvikkeiden ilmasto- ja lajikatovaikutuksista on saatavilla kattavia aineistoja

*Venla Kyttä ja Merja Saarinen*

Luken FoodGWP-hanke tuotti MMM:n tilaamana yli 1 200 raaka-ainetta kattavan avoimen ilmastovaikutusaineiston (Kuva 5) erityisesti ruokapalvelujen käyttöön (Kyttä ym. 2024, Lindfors ym. 2024a,b). Biodiversiteettivaikutusta kuvaavat lajikatovaikutukset on taas tuotettu 90 tuoteryhmälle (Kuva 6) ruokavalioiden ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä (luku 3.2) (Kyttä ym. 2023a). Lajikatovaikutusta arvioitiin maankäytön ja maankäytön muutoksen potentiaalisina vaikutuksina lajiensukupuuttoon (Potentially disappeared fraction of species, PDF) globaalilla tasolla.

Nämä aineistot kuvaavat Suomessa kulutettavien elintarvikkeiden ilmasto- ja lajikatovaikutuksia. Vaikutusestimaatit on muodostettu kotimaisten elintarvikkeiden ja tuontielintarvikkeiden vaikutusten kotimaisuusasteella painotettuna keskiarvona. Estimaatit kuvaavat tuoteryhmien ympäristövaikutuksia yleisellä tasolla, ei yksittäisten tuotteiden ja arvoketjujen tasolla. Vaikutukset ilmaistaan massayksikköä kohden<sup>15</sup> ottamatta huomioon kypsennyksen vaikutusta ja eroja tuotteiden ravitsemuksellisessa laadussa ja tehtävässä osana aterioita tai ruokavaliota (luku 2.2).

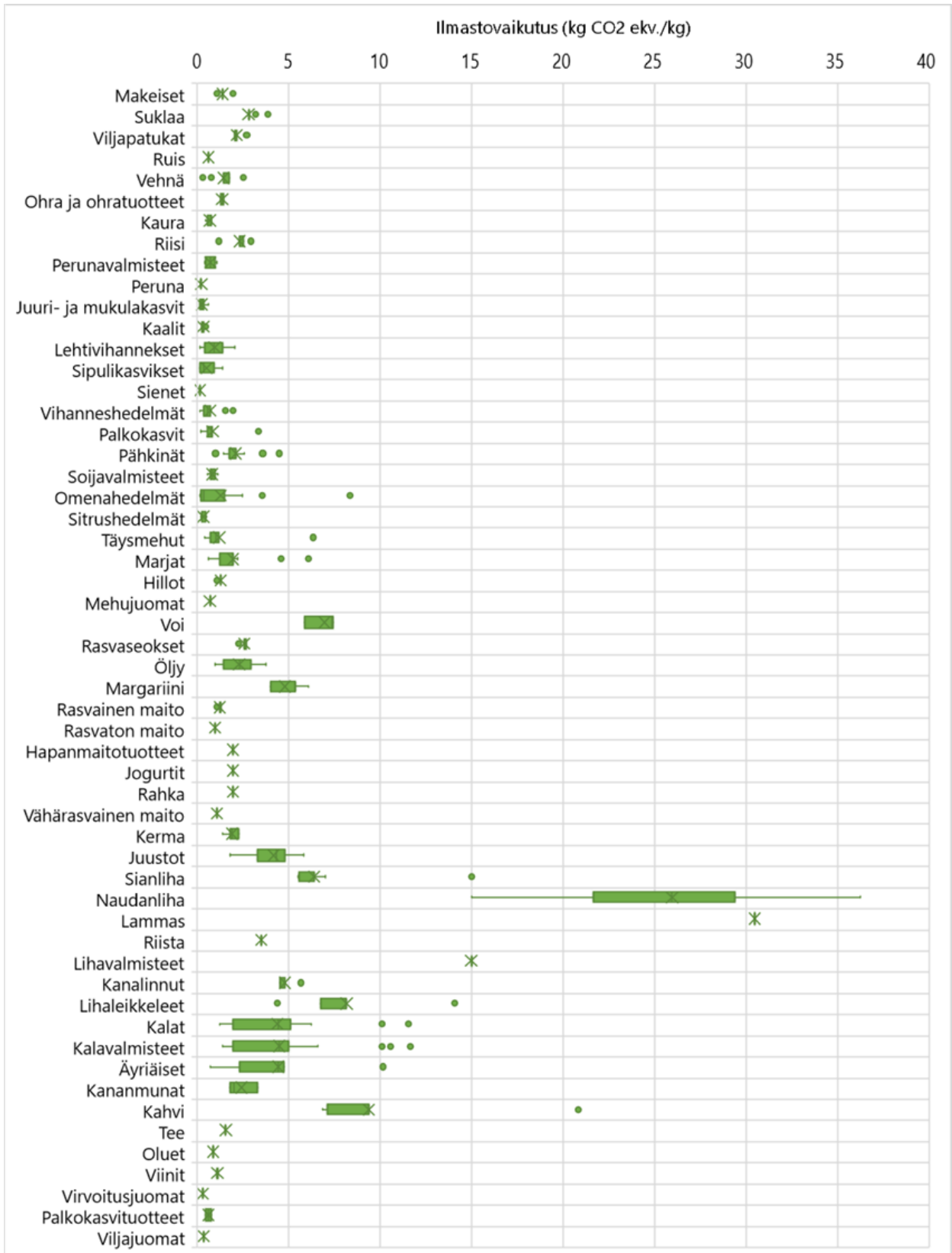
Tämänkin aineiston mukaan eläinperäisten raaka-aineiden ilmastovaikutukset tuotemassaa kohden ovat yleisesti ottaen kasvipohjaisia tuotteita suuremmat (Kuva 5). Etenkin naudan- ja lampaanlihalla on muita tuotteita huomattavasti suuremmat ilmastovaikutukset. Toisaalta, vaikka kasvipohjaisten raaka-aineiden ilmastovaikutukset ovat yleisesti verrattain pieniä, on tuoteryhmien välillä eroja. Erityisen matalia ilmastovaikutukset ovat suurisatoisilla kasveilla, kuten juurikkailla ja kaaleilla, ja suurempia vähemmän resurssitehokkailla kasveilla, kuten kahvilla ja joillakin hedelmillä ja pähkinöillä.

Suklaalla on tutkituista tuoteryhmistä korkein lajikatovaikutus tuotemassaa kohden. Yleisemmin tarkastellen eläinperäisten tuotteiden lajikatovaikutukset ovat kuitenkin huomattavasti kasviperäisiä tuotteita korkeammat. Toisin kuin ilmastovaikutuksissa, lihojen tuoteryhmässä kasvatettujen kalojen ja broilerin lajikatovaikutus on kaikista suurin ja naudanlihan pienin. Tämä johtuu kalojen ja broilerin tuotannossa käytettävistä rehuista, kuten lajirikkailla alueilla tuotetuista soijarehuista.

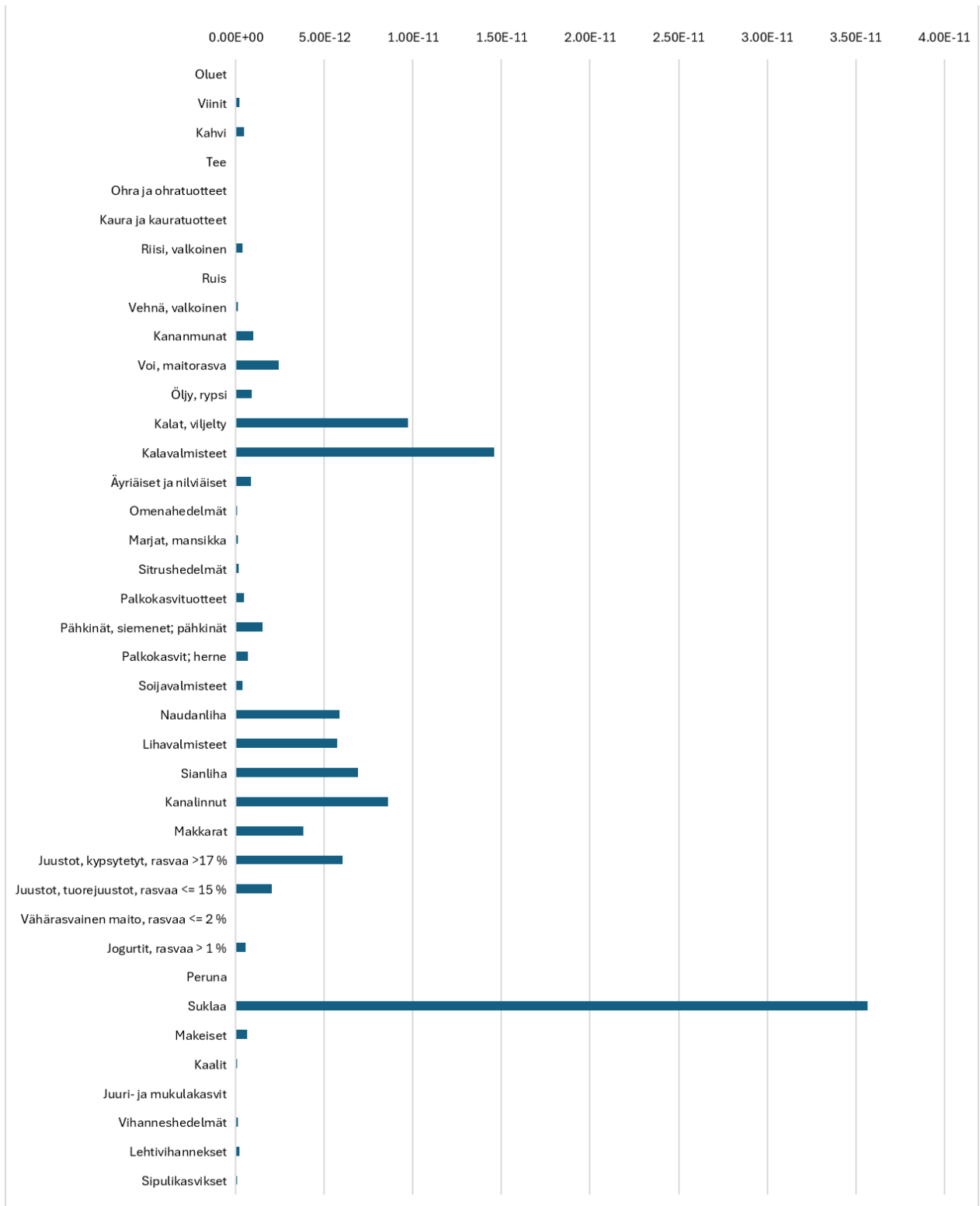
Lajikatovaikutukseen vaikuttaa etenkin tuotantoalue. Maa-alan ottaminen maatalouden käyttöön vaikuttaa lajikatoon paljon enemmän lajirikkailla alueilla kuin lajistoltaan köyhemmillä alueilla. Koska Suomi sijaistaa lajistoltaan suhteellisen köyhällä alueella, suurin osa Suomessa kulutettujen elintarvikkeiden lajikatovaikutuksista liittyy tuontiraaka-aineisiin, erityisesti niihin, jotka on tuotu lajirikkailta trooppisilta alueilta.

---

<sup>15</sup> samoin kuin luvussa 2.3



**Kuva 5.** Suomessa kulutettujen elintarvikkeiden raaka-aineiden ilmastovaikutuksia (CO<sub>2</sub> ekv./kg) tuoteryhmittäin aggregoituna. Kuvaajassa X edustaa tuoteryhmään sisältyvien tuotteiden ilmastovaikutuksen keskiarvoa. Lähde: Lindfors ym. 2024a, b.



**Kuva 6.** Suomessa kulutettujen elintarvikeryhmien keskimääräinen vaikutus globaaliin lajikaatoon (PDF/kg). Arvioinnissa on otettu huomioon maankäytön ja maankäytön muutoksen vaikutus lajien potentiaaliseen sukupuuttoon niiden tuotantomaissa perustuen Chaudhary & Brooks (2018) menetelmään.

## 3. Ruokavalioiden kestävyysnäkökulmia

### 3.1. Ruokavalio on mielekäs ruoankulutuksen ympäristövaikutusten tarkastelutaso

*Merja Saarinen*

Ruokavalio koostuu erilaisista elintarvikkeista, jotka täydentävät toisiaan niin ravitsemuksellisesti kuin osana syömistapahtumia ja aterioita ja joita kulutetaan eri määriä. Eri tuotteita ei siis voi tarkastella täysin itsenäisinä, vaan ne yhdistyvät toistensa kanssa muodostaen ruokavalioiden kokonaisuuden. Tämä pätee niin ravitsemukseen (VRN & THL 2024) kuin ympäristövaikutuksiinkin, vaikka eri elintarvikkeilla on erilaiset ravintoainekoostumukset ja tuotekohtaiset ympäristövaikutukset (ks. luku 1). Koska tuotteet voivat yhdistyä ruokavalioksi lukemattomilla eri tavoilla, on tärkeää tarkastella erilaisten ruokavalioiden ympäristövaikutuksia ja ekologista kestävyttä.

Ympäristövaikutusten ja kestävyden näkökulmasta ravitsemusvaatimukset täyttävät ruokavaliot muodostavat tarkastelun perustason. Niitä vastaavat ympäristövaikutukset ovat alhaisimmat mahdolliset, joihin ruoan kulutuksessa voidaan päästä ilman, että tehdään kompromissi toisen kestävyden osa-alueen, ravitsemuksen (Kestävän kehityksen tavoite 2), suhteen. Jos mennään tämän tason alle, on riskinä, että osalla väestöstä ravitsemustarpeet eivät lähtökohdaisestikaan voi täytyä. Tällöin ei noudatettaisi yhdenvertaisuutta, joka myös on keskeinen kestävyystavoite (Kestävän kehityksen tavoite 10).

Ravitsemussuosituksissa esitetyt ravintoaineiden vertailuarvot (dietary reference values, DRVs) kuvaavat ravitsemustarpeita väestötasolla<sup>16</sup>. Ne muodostavat luontevan pohjan ravitsemuksellisen riittävyyden määrittämiseen ruokavalioiden ympäristövaikutusten arvioinnissa. DRV on kattoterminä, jonka alla on erilaisia vertailuarvoja, kuten väestön vertailuarvo (population reference intake, PRI<sup>17</sup>), keskimääräinen tarve (average requirement, AR)<sup>18</sup> ja keskimääräinen saanti (average intake, AI<sup>19</sup>). Nämä vertailuarvot poikkeavat toisistaan. Se, mitä vertailuarvoa käytetään ruokavalioiden ympäristövaikutusten arvioinnissa, vaikuttaa jonkin verran ympäristövaikutusten tasoon, koska ne vaikuttavat ruokavalioiden sisältämiin tuotemääriin (Saarinen ym. 2019a, 2023). Vertailuarvon valinta samoin kuin ruokavalioiden vakiointi ruokavaliosta saatavan energian suhteen on syytä ottaa huomioon tulosten tulokinnassa varsinkin, jos eri tutkimuksia verrataan keskenään (Saarinen ym. 2023, Stubbendorff ym. 2025).

---

<sup>16</sup> Nämä arvot eivät kuitenkaan suoraan kerro yksilön ravintoaineiden tarpeesta (EFSA 2024).

<sup>17</sup> Ravintoaineen saanti, joka todennäköisesti täyttää lähes koko terveen populaation tarpeen (EFSA 2024).

<sup>18</sup> Ravintoaineen saannin taso, joka täyttää päivittäisen ravintoaineen tarpeen puolella tyypillisestä terveestä populaatiosta (EFSA 2024).

<sup>19</sup> Suositus, jota käytetään, kun ei ole riittävästi tietoa keskimääräistä tarvetta. Tyypillisen terveen väestön keskimääräinen ravintoaineen kulutuksen taso, jonka oletetaan riittävän väestön tarpeeseen (EFSA 2024).

Edellä mainittujen vertailuarvojen lisäksi DRV sisältää myös ylimmän suositellun saannin (tolerable upper intake level, UL)<sup>20</sup> ravintoaineille ja elintarvikkeissa esiintyvillä haitta-aineille, joiden liiallisesta saannista voi aiheutua terveyshaittoja. Tätä näkökulmaa ei ole vielä liitetty systemaattisesti ruokavalioiden ympäristövaikutusten elinkaariarviointiin, joskin ensimmäisiä askeleita sen liittämiseksi elintarvikkeiden elinkaariarviointiin on otettu (McLaren ym. 2021, Stylianou ym. 2016, 2021).

Ruokavalioiden ja -järjestelmien kestävyysaasteet ovat osittain yhteiset kaikille maille, mutta osittain ne vaihtelevat eri puolilla maailmaa. Esimerkiksi EAT Lancet -komission julkaiseman globaalin referenssi-ruokavalioiden (planetary health diet) yhteydessä todetaan: *“Local interpretation and adaptation of the universally-applicable planetary health diet is necessary and should reflect the culture, geography and demography of the population and individuals.”* (Summary report of the EAT Lancet commission (2019), p 10.) Eri alueilla on omat erityispiirteensä, minkä takia on tärkeää arvioida myös ruokavalioiden ympäristö- ja kestävyysvaikutuksia niin, että alueelliset erityispiirteet tulevat huomioiduiksi. Esimerkiksi Suomen erityispiirteitä on pohjoinen ja jonkin verran syrjäinen sijainti, mikä on vaikuttanut ruokakulttuuriin, siihen mitä syödään ja tuotetaan (ks. tarkemmin luku 5). Se vaikuttaa myös ruoantuotannon ympäristövaikutuksiin ja siihen, mitkä kysymykset nousevat kestävyyskannalta tärkeiksi (ks. tarkemmin luku 4).

Kaiken kaikkiaan eri maiden ruokajärjestelmät ja ruokavaliot ovat kuitenkin sidoksissa toisiinsa ja maailmanlaajuiseen ruokajärjestelmään tuotantopanosten, raaka-aineiden ja ruokatuotteiden kaupan kautta (ks. myös luku 5.1). Se heijastuu myös globaalin tason ympäristöhaasteisiin, kuten nopeaan luonnon monimuotoisuuden katoon maapallon lajirikkailla, lämpimillä tuotantoalueilla (ks. tarkemmin luku 3.2.) Ruokavalioiden ympäristövaikutuksia ja kestävyttä arvioitaessa on tarkasteltava sekä kotimaassa että tuontimaissa aiheutettuja vaikutuksia. Suomessa, niin kuin useissa muissakin maissa, kotimaisuusaste on korkea eli suuri osa suomalaisen ruokavalioiden sisältämästä ruoasta tuotetaan Suomessa (ks. luku 5.1.). Sen takia on erityisen tärkeää, että suomalaisten ruokavalioiden vaikutusten arvioinnissa käytetään kotimaisten elintarvikkeiden osalta kotimaisten elintarvikkeiden vaikutuksia koskevaa tietoperustaa.

### **3.2. Ruokavalioiden ympäristövaikutukset pienenevät siirryttäessä kasvivoittoisempaan ruokavalioon**

*Merja Saarinen ja Venla Kyttä*

Suomalaisten ruokavalioiden ympäristövaikutuksia, erityisesti ilmastovaikutuksia, on tutkittu varsin paljon. Ensimmäiset tutkimukset hahmottelivat yleiskuvaa ja viitoittivat tietä tarkemmille tutkimuksille. Niissä tarkasteltiin, miten näkökulman siirtäminen tuotannosta kulutukseen vaikuttaa käsitykseen ruokajärjestelmän ilmastovaikutuksesta ja vaikutusten vähentämispotentiaalista (Risku-Norja ym. 2009, Saarinen ym. 2015). Ravitsemustarpeiden huomioiminen sisältyi ruokavalioiden ympäristövaikutusten tutkimiseen jo varhaisessa

---

<sup>20</sup> Aineen, kuten ravintoaineen tai haitta-aineen, suurin saanti, jonka voi kuluttaa päivittäin ja läpi elämän ilman haitallisia vaikutuksia terveyteen (EFSA 2024).

vaiheessa. Tällöin huomattiin, että pelkästään (silloisten) ravitsemussuositusten (VRN 2014) noudattaminen ei välttämättä johda alhaisempiin ilmastovaikutuksiin, vaan asiaan pitää kiinnittää erityistä huomiota (Saarinen ym. 2015). Vieux ym. (2018) huomasivat saman suomalaisen naisten ruokavalioista.

Myöhemmässä tutkimuksessa on käytetty erilaisia tutkimusmenetelmiä lineaarisesta optimoinnista (Vieux ym. 2018, Irz ym. 2024a,b) ja vaihtoehtoisten ruokavalioiden vertaamisesta (Saarinen ym. 2019a, Saarinen ym. 2023, Kyttä ym. 2023a, Niemi ym. 2022a) nykyisen ruokavalioiden tarkempiin analyyseihin (Sares-Jäske ym. 2025,) ja interventtioiden vaikutuksiin (Saarinen ym. 2025). Yhteistä näille tarkasteluille on se, että kaikissa on hyödynnetty elinkaariarvioinnilla tuotettua tietoperustaa elintarvikkeiden ympäristövaikutuksista (ks. luku 4) ja että ravitsemus- tai terveysvaikutusten näkökulma on integroitu ympäristövaikutusten arvioimiseen. Näiden ruokavaliotason arviointien lisäksi myös tuotteiden ympäristövaikutusten elinkaariarvioinnissa on ravitsemusnäkökulma integroitu arviointimenetelmään niin, että se nojaa vahvasti ruokavaliotason ravitsemusnäkökulmiin (ks. luku 2.2.).

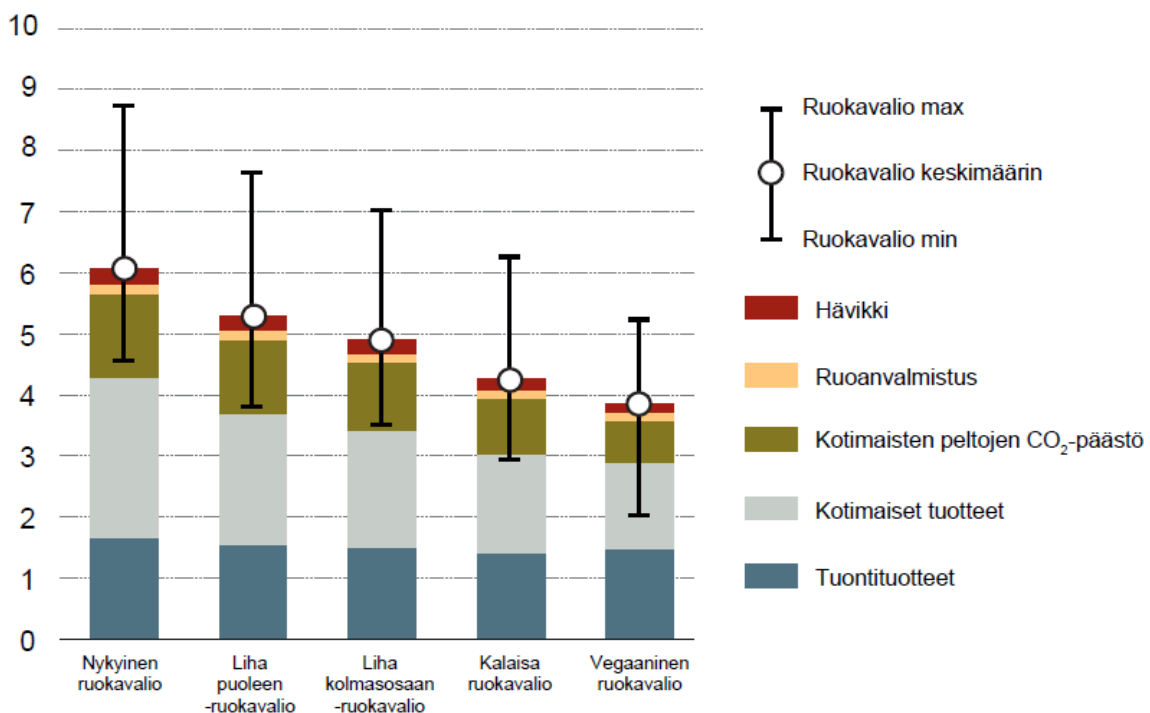
Suomalaisten ruokavalioiden ympäristövaikutuksia on käsitelty viime vuosina monista näkökulmista, muun muassa: Minkälaiset ravitsemussuositukset täyttävät ruokavaliot vaikuttavat vähiten ilmastoon, kuinka suuret erot erilaisten ruokavalioiden ilmastovaikutusten välillä on, miten ruokavalioiden ilmastovaikutukset muodostuvat ja minkälaisia ravintoaineiden saannin haasteita ruokavaliioihin voi liittyä (Saarinen ym. 2019a, 2023)? Minkälaiset biodiversiteettivaikutukset ilmastovaikutuksiltaan erilaisilla ruokavaliioilla on ja mitkä tuoteryhmät vaikuttavat niihin eniten (Kyttä ym. 2023a)? Kuinka tehokas ruokavaliomuutos on ruokajärjestelmän ilmastovaikutuksen vähentämisessä suhteessa muihin keinoihin (Niemi ym. 2022)? Eroavatko eri väestöryhmien ruokavalioiden ympäristövaikutukset toisistaan (Irz ym. 2024b; Sares-Jäske ym. 2025)? Minkälaisia muutoksia ravitsemuksessa ja terveysindikaattoreissa nähdään muuttuvan ruokavalioiden myötä (Päivärinta ym. 2020, Itkonen ym. 2021, Pellinen ym. 2022) ja minkälaisia yhteyksiä ruokavalioiden ilmastovaikutusten ja terveysindikaattorien välillä on (Saarinen ym. 2025)?

### **3.2.1. Suomalaisen ruokavalioiden ilmastovaikutukset**

Useissa kansainvälisissä tutkimuksissa on todettu, että ruokavalioiden ilmastovaikutuksen näkökulmasta eläintuotteiden kulutusmäärä on keskeinen (esim. Willet ym. 2019). Myös Saarisen ym. (2019a, 2023) tutkimuksissa suomalaisen ruokavalioiden ilmastovaikutusten vähentämispotentiaalista lähdettiin liikkeelle lihan määrän vähentämisestä asteittain. Tutkimus perustui eri ikäryhmien toteutuneisiin ruokavaliioihin ja ravitsemussuositusten mukaisiin, mutta ruokakoostumukseltaan erilaisiin vaihtoehtoihin. Tarkasteluun lisättiin myös peltomaiden hiilidioksidipäästöt erillisenä osa-alueenaan kotimaisen tuotannon osalta, koska peltojen hiilidioksidipäästöjen tiedetään muodostavan merkittävän osa Suomen maatalouteen liittyvistä ilmastopäästöistä (SVT 2024), mutta niitä ei ole yleensä sisällytetty elintarvikkeiden elinkaariarviointeihin. Näillä päästöillä voi olla merkitystä myös tuontituotteiden ilmastovaikutuksiin, mutta niitä ei tässä yhteydessä arvioitu, koska tutkimus palveli ensisijaisesti kansallista päätöksentekoa eikä tuontia koskevaa lähtötietoa ollut kattavasti saatavilla.

Tutkimuksen mukaan suomalaisen ruokavalioiden ilmastovaikutusta voitaisiin vähentää suoralla ruokavaliomuutoksella noin 40 % (ottamatta huomioon vapautuvien peltojen käytön vaihtoehtoista käyttöä) (Kuva 7). Suurin vähennyspotentiaali liittyy vegaaniruokavaliioon, johon kuitenkin liittyy myös suurimmat ravitsemukselliset epävarmuudet joidenkin väestöryhmien

osalta. Myös lihaton, mutta kalaa paljon ja maitotuotteita lähes nykyisen kulutusmäärän sisältävä ruokavalio ja lihan kulutuksen kolmanteen osaan vähentävä ja maitotuotteita lähes nykyisen kulutusmäärän sisältävä ruokavalio pääsevät melko lähelle vegaaniruokavaliota vähennyspotentiaalia ottaen huomioon, että vegaaniruokavaliota vaikutuksiin sisältyy suurempi epävarmuus, koska siihen liittyy myös suurempi muutos maataloustuotannossa. Kalaa paljon sisältävä ruokavalio oli tässä tutkimuksessa ravitsemuksellisesti paras. Maaperän hiilidioksidipäästöt, jotka oli kohdistettu ruokavaliolle elintarvikkeiden kulutuksen pohjalta, aiheuttivat 20 % kunkin ruokavaliota ilmastovaikutuksesta. Osuus on merkittävä, mutta kuitenkin siinä mielessä pieni, että kansallisen tason seurannassa nämä päästöt ovat jopa hiukan suurempia kuin koko muut maatalouden päästöt yhteensä (SVT 2024). Merkittävä osa kotimaisten peltosten aiheuttamasta kuormituksesta ei siis kohdistunut tässä tutkimuksessa suomalaiselle ruokavaliolle. Kuitenkin suurin osa ruokavaliota ilmastovaikutuksista syntyy kotimaassa.



**Kuva 7.** Tarkasteltujen ruokavaliota ilmastovaikutukset vaihteluväleinen kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia / päivä. Lähde: Saarinen ym. 2019b.

Lineaarilla ruokavaliota optimoinnilla tehdyt tutkimukset, joissa optimoidaan ravintoainesten saanti suosituksia vastaavaksi, ovat tuottaneet samansuuntaisia tuloksia suomalaisen ilmastovaikutuksen vähentämispotentiaalista. Niillä voidaan kyllä periaatteessa päästä edellä mainittua suurempaan ilmastovaikutusten vähennykseen, mutta tällöin ruokavalio muuttuu tyypillisesti niin paljon, että ruokavaliota kulttuurinen hyväksyttävyys on kyseenalaista (Vieux ym. 2018). Esimerkiksi raaka-ainepohja voi kapeutua hyvinkin yksipuoliseksi (Irz ym. 2024b).

Vieuxin ym. (2018) tekemässä tutkimuksessa käytettiin asteittaista optimointia, jolla muutokset ruoka-aineissa voitiin pitää kohtuullisina. Ilmastovaikutuksen väheneminen 30 % näkyi molemmilla sukupuolilla lihan määrä lähes puolittumisena ja eläinperäisten ruokalajien kulutuksen vähenemisenä vielä paljon enemmän. Naisilla myös maidon kulutus pieneni, mutta miehillä vastaavasti lisääntyi verrattuna toteutuneisiin ruokavaliota.

Irzin ym. (2024a) mukaan suomalaisessa ruokavaliossa voidaan päästä kolmannelle alhaisempiin ilmastovaikutuksiin kohtuullisilla muutoksilla ruokakäyttäytymisessä, mutta ilmastovaikutuksen puolittaminen voi olla vaikeaa. Tutkimuksessa tällaista ruokavaliomuutosta tarkasteltiin erityisesti oikeudenmukaisuuden näkökulmasta. Yleisesti ottaen ilmastovaikutuksen pienentäminen edellyttää tutkimuksen mukaan samankaltaisia muutoksia ruokavalioissa eri väestöryhmissä. Muutokset eivät heijastuneet laajasti epäoikeudenmukaisuutena ravintoaineiden saannissa, mutta yhtenä riskitekijänä nousi kuitenkin esille hedelmällisessä iässä olevien naisten raudan saanti.

Irz ym. (2024b) lisäsi tarkasteluun ruokavalion taloudellisen tavoitettavuuden. Sen mukaan kustannukset eivät ole este ravitsemustarpeet täyttäviin ja ilmastovaikutuksiltaan pienempiin ruokavalioihin). Sen sijaan huomiota pitäisi kiinnittää makuun, mukavuuteen, sosiaalisiin normeihin ja kestäväen ruokavalion kulttuurista hyväksyttävyyttä määrittäviin näkökohtiin (ks. tarkemmin luku 3.4.).

### 3.2.2. Ruokavalioiden ilmasto- ja terveysvaikutusten suhde

Suomalaisten suurimmat terveyteen liittyvät ravitsemushaasteet ovat suolan ja tyydyttyneen rasvan suuri saanti sekä kuidun vähäinen saanti (VRN & THL 2024). Suolan ja tyydyttyneen rasvan saanti ovat yhteydessä sydän- ja verisuonisairauksiin, muun muassa kohonneeseen verenpaineeseen. Riittävä kuidun saanti on puolestaan yhteydessä pienempään paksu- ja peräsuolisyöpien, sepelvaltimotaudin, aivohalvauksen ja tyypin 2 diabeteksen sekä ennenaikaisen kuoleman riskiin

Terveelliseksi tiedetyillä ruokavalioidella on selkeästi samoja piirteitä kuin ruokavalioidella, joiden ilmastovaikutus ja muut ympäristövaikutukset ovat nykyistä länsimaista ruokavaliota alhaisemmat (Willet ym. 2019, VRN & THL 2024). Molemmissa korostuu esimerkiksi kasvivoittoisuus ja täysjyväviljan runsaampi käyttö, jotka edistävät muun muassa kuidun saantia. Ruokavalioiden ympäristö- ja terveysvaikutusten suhteesta on kuitenkin erittäin vähän tutkimusta, joka perustuu todellisiin ruokavalioiden.

Ruokavalioiden ilmastovaikutusten ja terveysvaikutusten välistä suhdetta on tutkittu Suomessa perustuen ScenoProt-hankkeen<sup>21</sup> interventiotutkimuksessa kerättyyn aineistoon, joka kattoi ruokailun (Päivärinta ym. 2020), ravintoaineiden saannin ja terveysvaikutusten biomarkerit<sup>22</sup> (Itkonen ym. 2021, Pellinen ym. 2022) ja ruokavalioiden ilmastovaikutukset (Saarinen ym. 2025). Tutkimuksen tulosten (Kuva 8) mukaan ilmastovaikutuksen ja terveysvaikutuksia kuvaavien biomarkkerien välillä on yleisesti ottaen hieman epäselvä yhteys: Eläinproteiinin korvaamisella osittain kasviproteiineilla havaittiin positiivisia tai neutraaleja terveysvaikutuksia, mutta myös jotakin haitallisia seurauksia (Saarinen ym. 2025). Ilmastovaikutusten arvioinnissa energiavakiointi vaikuttaa tuloksiin eikä tulosten tulkinta muutenkaan ole aina aivan suoraviivaista.

Merkityksellinen positiivinen korrelaatio (Spearman-korrelaatio) havaittiin neljän terveystarkkailun kohdalla: luustoterveyden markkeri ((PINP/CTX) sekä kalsiumin, tyydyttyneen rasvan ja

<sup>21</sup> ScenoProt-hanke, Uusia proteiiniä lähteitä ruokaturvan ja ympäristön hyväksi. [https://projects.luke.fi/-scenoprot/wp-content/uploads/sites/5/2019/05/Luke\\_ScenoProt-esite\\_2019\\_A5\\_Digi\\_Sivut\\_FINAL.pdf](https://projects.luke.fi/-scenoprot/wp-content/uploads/sites/5/2019/05/Luke_ScenoProt-esite_2019_A5_Digi_Sivut_FINAL.pdf)

<sup>22</sup> jotka liittyvät suomalaisten keskeisiin ravitsemusperäisiin terveyshaasteiden.

eläinperäisen raudan saanti (Saarinen ym. 2025). Tulokset viittaavat siihen, että ilmastovaikutus ja kyseinen terveysvaikutus menevät samaan suuntaan, eli molemmat lisääntyvät tai molemmat vähentyvät. Tulokset vaihtelivat hieman sen mukaan, tarkasteltiin ilmastovaikutuksia per 2 000 kcal vai per ruokavalio sellaisenaan.

Jo aiemmin samasta aineistoista oli havaittu luustoterveyden markkerin ja kalsiumin saannin vähenemisen liittyvän eläinproteiinin korvaamiseen osittain kasviproteiinilla (Itkonen ym. 2021). Saarinen ym. (2025) havaitsivat, että ilmastovaikutuksen aleneminen yhdistyi haitalliseen terveysvaikutukseen, luuston haurastumiseen, tai ainakin sen riskiin. Tulosta selittänee se, että interventiossa maitoa vähennettiin samassa suhteessa muun eläinproteiinin kanssa (ryhmät 70–30; 50–50; 30–70) toisin kuin aiemmin esitetystä ruokavalioloskenaarioihin perustavassa tarkastelussa (Saarinen ym. 2023), jossa maidon määrää ei juurikaan vähennetty muissa kuin vegaaniruokavaliossa. Skenaarioihin ei myöskään liittynyt suosituksia alhaisempaa kalsiumin saantia.

Tyydyttynyt rasva yhdistetään yleensä sydän- ja verisuonisairauksien kohonneeseen riskiin, koska sillä on yhteys kohonneeseen kolesteroliin, erityisesti haitalliseen LDL:ään (VRN 2024). Tästä aineistoista oli aiemmin todettu, että interventioruokavalio ei muuttanut LDL:n pitoisuutta koehenkilöillä (Päivärinta ym. 2020). Myöskään ilmastovaikutuksen ja LDL:n välillä ei ollut merkityksellistä korrelaatiota (Saarinen ym. 2023). Aiempaan tietoon verrattuna jonkin verran odottamatonta tulosta voi selittää se, että koehenkilöt olivat terveitä aikuisia, eikä heillä ilmeisesti ollut lähtökohtaisesti riskiä korkeaan verenpaineeseen (Päivärinta ym. 2020). Toisenlaisella otannalla tulos olisi voinut olla erilainen.

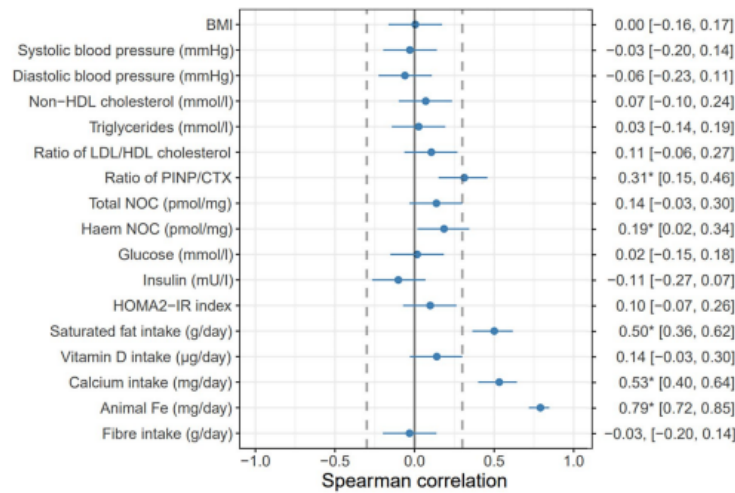
Eläinperäinen rauta on hyvin imeytyvää. Sillä on merkitystä erityisesti hedelmällisessä iässä oleville naisille, joiden raudan tarve on suhteellisen korkea ja joilla suosituksia alhaisempaa saantia esiintyy yleisesti (Kaartinen ym. 2020). Eläinperäisellä raudalla on kuitenkin yhteys paksusuolen syöpään (VRN 2024). Ilmasto- ja terveysvaikutusten suhdetta tarkasteltaessa ilmastovaikutuksen ja paksusuolen syövän terveismarkkerien (Heam NOC) välillä oli merkityksellinen positiivinen yhteys, kun ilmastovaikutuksia tarkasteltiin energiavakioidusti (kg CO<sub>2</sub> ekv. per 2 000 kcal), mutta ei merkityksellistä yhteyttä (joskin heikko positiivinen yhteys), kun ilmastovaikutuksia tarkasteltiin kokonaisruokavalion suhteen (kg CO<sub>2</sub> ekv. per ruokavalio) (Saarinen ym. 2025).

Negatiivinen, merkityksellinen yhteys löydettiin ainoastaan energiavakioidun ilmastovaikutuksen (kg CO<sub>2</sub> ekv. per 2 000 kcal) ja kuidun saannin välillä. Tämä viittaa siihen, että ruokavalioidissa, joiden ilmastovaikutus oli alhaisempi, oli korkeampi kuidun saanti, kun ruokavalioiden energiasaanti oli vakioitu. Todellisuudessa koehenkilöiden energiansaannit vaihtelivat, eikä toteutuneen ruokavalion ilmastovaikutuksen ja kuidun saannin välillä ollut yhteyttä. D-vitamiinin saannilla havaittiin heikko positiivinen yhteys toteutuneen ruokavalion ilmastovaikutuksen suhteen (kg CO<sub>2</sub> ekv. per ruokavalio). Muiden terveismarkkerien, kuten kehonpainon, verenpaineen ja sokeriaineenvaihdunnan, yhteyttä ilmastovaikutukseen ei havaittu kummallakaan ilmastovaikutuksen laskentatavalla.

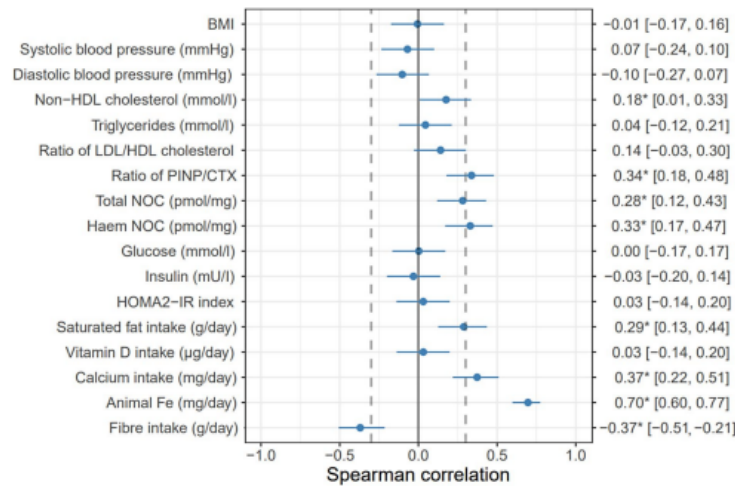
Tämän tutkimuksen tulosten perusteella ilmastoystävällisemmän ruokavalion voi valita ilman, että olisi huolta negatiivisista terveysvaikutuksista. Ainoa selkeä viittaus huoleen liittyy tämän tutkimuksen mukaan luustoterveyteen. Toisaalta tutkimus ei vahvistanut tulkintaa, että ilmastoystävällisempi ruokavalio olisi välttämättä selkeästi terveellisempi. Ruokavalion ilmastovaikutusten ja terveysvaikutusten suhteesta tarvitaan ehdottomasti lisää tutkimusta, joka nojaa eri

väestöryhmistä kerättyihin aineistoihin ja erilaisiin ruokavalioihin. Tutkimusta pitäisi ulottaa ilmastovaikutuksesta myös muiden ympäristövaikutusten ja terveysvaikutusten suhteisiin.

**Fig. 4** Spearman correlations and their 95% C.I. of climate impact (kg CO<sub>2</sub> eq.) with health biomarkers after a 12-week intervention and intake of animal Fe, calcium, vitamin D, and saturated fat during the intervention. The dashed lines mark the limit of relevant correlation, set at below  $r = -0.3$  or above  $r = +0.3$ . The correlations which are statistically significant at the  $p < 0.05$ -level are highlighted with an asterisk (\*)



**Fig. 5** Spearman correlations and their 95% C.I. of climate impact (kg CO<sub>2</sub> eq./2,000 kcal.) with health biomarkers after a 12-week intervention and intake of animal Fe, calcium, vitamin D, and saturated fat during the intervention. The dashed lines mark the limit of relevant correlation, set at below  $r = -0.3$  or above  $r = +0.3$ . The correlations which are statistically significant at the  $p < 0.05$ -level are highlighted with an asterisk (\*)



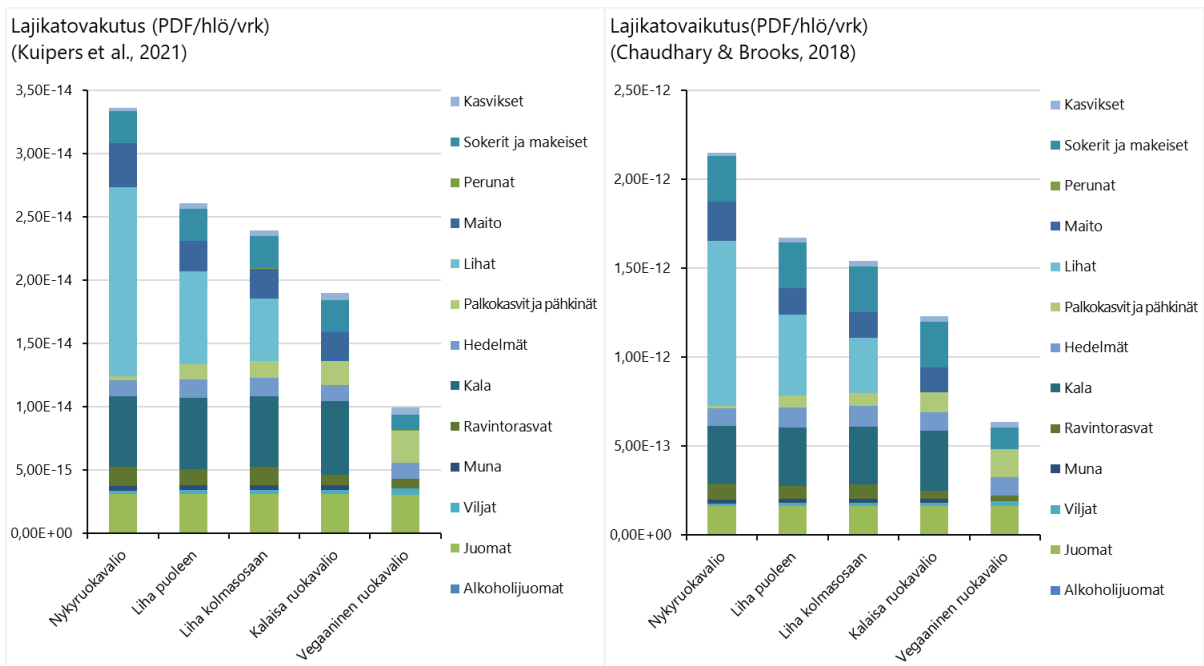
**Kuva 8.** Ruokavalioiden ilmastovaikutusten ja terveysbiomarkkerien suhde. Merkitykselliset yhteydet ovat katkoviivojen oikealla ja vasemmalla puolella. Lähde: Saarinen ym. 2025

### 3.2.3. Suomalaisen ruokavalioiden biodiversiteettivaikutukset

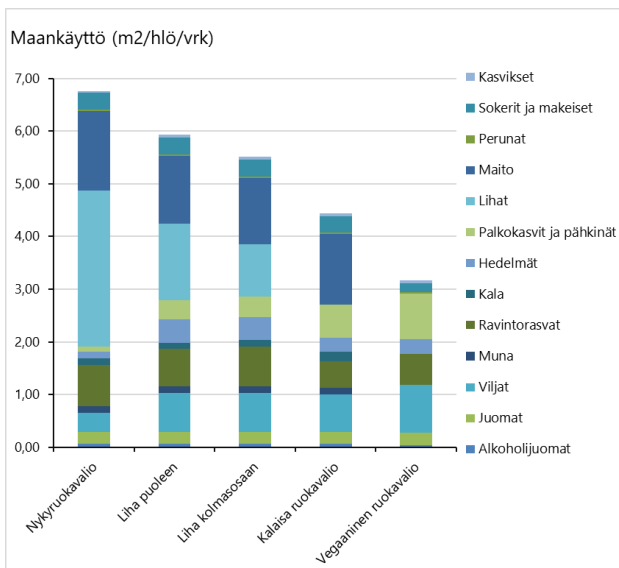
Ruokavalioiden biodiversiteettivaikutuksia eli vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen on tutkittu maailmalla vain vähän. Tutkimusta on hidastanut elinkaariarviointiin sopivien ja yleisesti hyväksytyjen arviointimenetelmien puute. Luken tutkijat arvioivat suomalaisten ruokavalioiden biodiversiteettivaikutusta kahdella ehdotetulla menetelmällä tukeakseen menetelmäkehitystä ja tuottaakseen yleiskuvan vaikutuksista (Kuva 9) (Kyttä ym. 2023a).

Arviointi kohdistui samoihin ruokavalioihin, nykyruokavalio ja neljä vaihtoehtoista ruokavaliota, kuin edellä esitetyt ilmastovaikutukset (luku 3.2.1.). Käytetyillä menetelmillä voi arvioida maankäytöstä globaalilla tasolla johtuvia vaikutuksia ja yksikkönä niissä käytetään globaalia lajikatoa (Potentially Disappeared Fraction of Species, PDF) (Kuipers ym. 2021, Chaudhary & Brooks 2018). Samalla tarkasteltiin ruokavaliota tarvitsemaa globaalia maa-alaa (Kuva 10), jonka indikaattorille elinkaariarvioinnissa käytetään nimitystä maankäyttö. Riippumatta menetelmästä ruokavaliota biodiversiteettivaikutus, samoin kuin maankäyttö, noudattaa

samanlaista trendiä kuin ilmastovaikutus lihan määrää vähennettäessä. Alhaisin vaikutus on vegaaniruokavaliolla, vieläkin selvemmin kuin ilmastovaikutuksessa (Kuva 7).



**Kuva 9.** Tarkasteltujen ruokavalioiden globaali lajikatopotentiaali tuoteryhmittäin eroteltuna kahdella eri menetelmällä (Kuipers ym. 2021, Chaudhary & Brooks 2018) arvioituna (Kytä ym. 2023a).



**Kuva 10.** Tarkasteltujen ruokavalioiden maankäyttö (m<sup>2</sup>/hlö/vrk) tuoteryhmittäin (Kytä ym. 2023a).

### 3.2.4. Ympäristövaikutusten kohdistuminen eri tuoteryhmiin

Saarisen ym. (2023) ja Kytän ym. (2023) mukaan nykyruokavaliossa eniten ympäristövaikutuksia aiheuttava tuoteryhmä kaikissa tutkituissa ympäristövaikutuskategorioissa on lihat, minkä takia lihan kulutuksen vähentäminen laskee ruokavalioiden ympäristövaikutuksia. Myös

maitotuotteiden osuus nykyruokavalion ilmastovaikutuksesta<sup>23</sup> ja maankäytöstä<sup>24</sup> on suuri, noin 20 %. Biodiversiteettivaikutuksessa maitotuotteiden merkitys on pienempi, mutta (kasvatettujen) kalojen vaikutus puolestaan suurempi, noin 10 % (Kuva 9). Suomalaisessa nykyruokavaliossa eniten biodiversiteettiin vaikuttavat tuoteryhmät ovat broilerinliha, suklaa, kasvatettu kala, sianliha ja kahvi (Taulukko 5). Ruokavalioiden, ja varsinkin yksittäisten elintarvikkeiden, biodiversiteettivaikutuksia on toistaiseksi arvioitu elinkaariarvioinnilla tieteellisesti raportoiden vain vähän, mutta edellä mainittujen tuoteryhmien on alustavasti arvioitu olevan biodiversiteettivaikutuksen kannalta keskeisiä myös ruotsalaisessa ruokavaliossa (Ahlgren ym. 2022).

**Taulukko 5.** Nykyruokavaliossa eniten biodiversiteetti-, maankäyttö-, ja ilmastovaikutusta aiheuttavat tuoteryhmät ja niiden osuus koko ruokavalion vaikutuksesta. Huomaa, että tuoteryhmittelyn taso vaikuttaa voimakkaasti eri tuoteryhmien osuuksiin. Tässä on käytetty RuokaMinimi-mallin luokittelua, joka sisältää noin 90 tuoteryhmää (Saarinen ym. 2019a).

Biodiversiteetti (Chaudhary & Brooks 2018)		Maankäyttö		Ilmastovaikutus	
Tuote	% ruokavalion vaikutuksista	Tuote	% ruokavalion vaikutuksista	Tuote	% ruokavalion vaikutuksista
Broileri	13 %	Naudanliha	19 %	Naudanliha	19 %
Suklaa	11 %	Maito	7 %	Lihaleikkeleet	7 %
Viljellyt kalat	10 %	Lihaleikkeleet	5 %	Maito	6 %
Sianliha	9 %	Juustot	4 %	Sianliha	5 %
Kahvi	7 %	Sianliha	4 %	Lihavalmisteet	5 %

Biodiversiteettivaikutus nostaa esille elintarvikeryhmiä, joilla ei ole varsinaisesti ravitsemuksellista merkitystä, kuten suklaa ja kahvi. Niitä kulutetaan ennen kaikkea mieltymysten ja nautinnon vuoksi. Muita tällaisia elintarvikkeita on esimerkiksi virvoitus- ja alkoholijuomat, tee, keksit, makeiset ja muut naposteltavat. Ravitsemuksen turvaamisen näkökulmasta niistä aiheutuu turhia ympäristövaikutuksia, koska näiden tuotteiden kuluttamisen vähentäminen ei vaaranna ravintoaineiden saantia. Vaikka juomien, alkoholijuomien sekä sokereiden ja makeisten ilmastovaikutukset ovat melko matalia massayksikköä kohden, on niiden osuus koko nykyruokavalion ilmastovaikutuksesta noin 7 % (Saarinen ym. 2019, 2023). Vaikutus globaaliin lajikatoon on vielä huomattavasti korkeampi, noin 20 % koko ruokavalion lajikatovaikutuksista (Kyttä ym. 2023a). Tämä johtuu etenkin trooppisilla alueilla tuotettavien tuotteiden, kuten kahvin, teen, kaakaon ja ruokosokerin, tuotannosta. Näiden tuotteiden kulutuksen vähentäminen vähentäisi myös haitallisten ravintoaineiden, kuten suolan, tyydyttyneen rasvan ja lisätyn sokerin saantia, ja se siten voisi vähentää negatiivisia terveysvaikutuksia. Näiden tuotteiden kulutuksen vähentäminen saattaisi vähentää myös yli oman energiatarpeen syömistä ja siten metabolista hävikkiä (luku 3.3.2.)

<sup>23</sup> Ottamatta huomioon kesantojen hiilidioksidipäästöjä toisin kuin kuvassa 7.

<sup>24</sup> On kuitenkin syytä huomioida, että Suomessa vain noin 7 % maapinta-alasta on peltoa ja että Suomen eläintiheys on Euroopan pienimpiä (Järvenranta ym. 2023b). Globaalisti maankäyttöön kohdistuu kuitenkin suurta painetta ja kilpailua eri maankäyttömuotojen välillä.

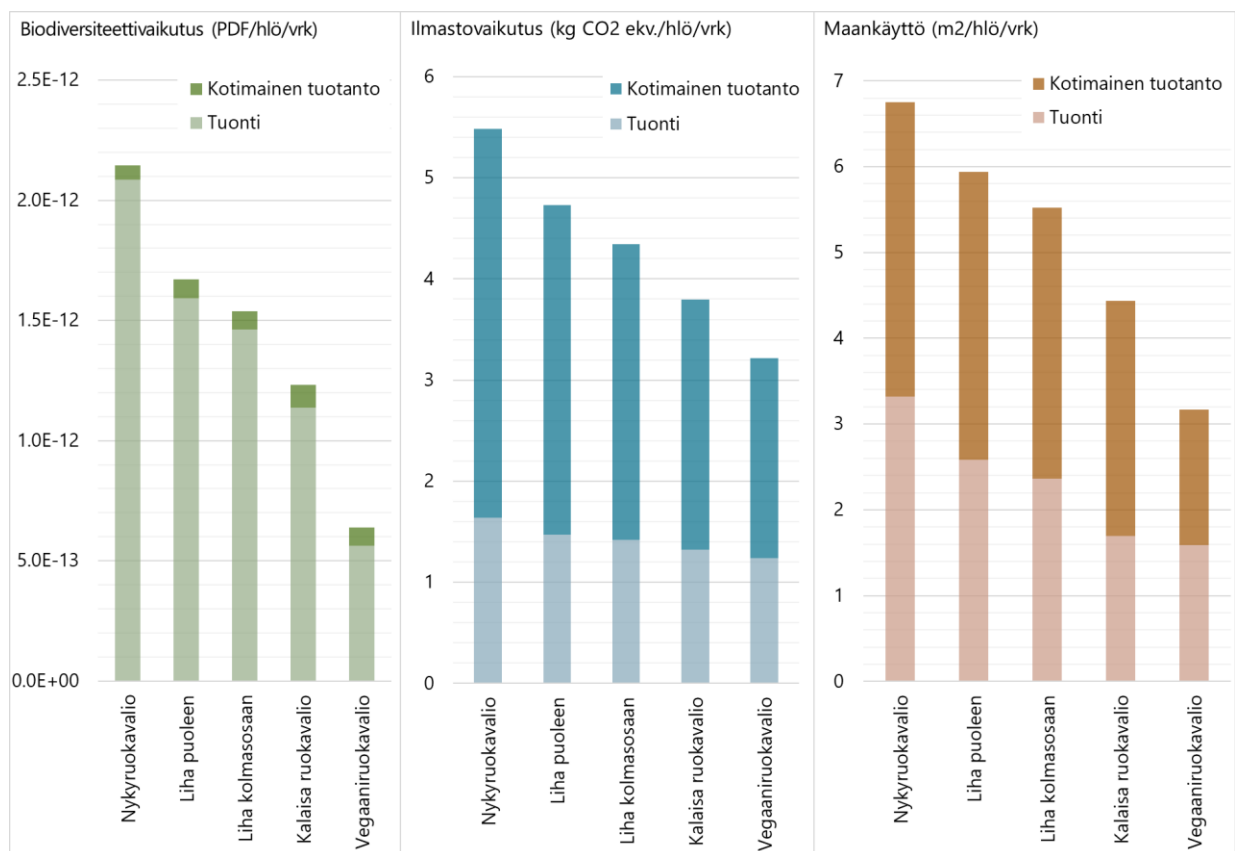
### 3.2.5. Vaikutusten kohdistuminen Suomeen ja tuontimaihin

Osa suomalaisen ruokavalion ympäristövaikutuksista syntyy Suomen rajojen ulkopuolella, koska ruokavalio sisältää tuontituotteita (Kuva 11). Ilmastovaikutuksessa päästöjen synnyinpaikalla ei ole merkitystä, koska ilmastoa lämmittävät päästöt leviävät ilmakehään ja niiden vaikutus ilmastoon on samansuuruinen päästölähteen sijainnista riippumatta. Useiden muiden päästöjen kohdalla vaikutus ympäristöön on paikallinen.

Saarisen ym. (2023) mukaan nykyisen suomalaisen ruokavalion ilmastovaikutuksesta noin 30 % liittyy tuontituotteisiin. Korkeimmillaan tuontituotteisiin liittyvien ilmastovaikutusten osuus on tutkimuksen vegaaniruokavaliossa (39 %). Se ei kuitenkaan johda tuontiin liittyvien ilmastovaikutusten absoluuttisen määrän lisääntymiseen, joka on vegaaniruokavaliossa samaa luokkaa kuin nykyisessä ruokavaliossa. Tämän pohjalta voidaan siis sanoa, että ruokavaliomuutoksella voidaan vähentää ilmastovaikutuksia nimenomaan Suomessa (Saarinen ym. 2019a).

Kytän ym. (2023) mukaan ruokavalion biodiversiteettivaikutus painottuu sen sijaan erittäin vahvasti tuontituotteisiin, sillä 97 % suomalaisten ruokavalioiden vaikutuksesta globaaliin lajikatona liittyy niihin (Kuva 11). Tuonnin osuus vähenee ruokavaliokeskenaarioissa asteittain suurempaan kasvivoittoisuuteen siirryttäessä. Matalin (88 %) se on vegaaniruokavaliossa.

Maankäytöstä puolestaan nykyruokavaliossa arviolta 49 % tapahtuu ulkomailla (Kytä ym. 2023a). Tuontiin liittyvä maankäytön osuus vaihtelee jonkin verran ruokavaliokeskenaarioiden välillä, ollen matalin vegaaniruokavaliossa (1,6 m<sup>2</sup>) ja korkein nykyruokavaliossa (3,3 m<sup>2</sup>).



**Kuva 11.** Ruokavalioiden biodiversiteettivaikutus (ilmaistuna maankäytöstä johtavana globaalina lajikatona), ilmastovaikutus ja maankäyttö per henkilö per päivä, jaettuna kotimaisesta tuotannosta ja tuonnista syntyviin vaikutuksiin.

### 3.3. Hävikin hallinta on olennainen osa kestävästä ruokajärjestelmästä

*Oona Pietiläinen, Hanna Hartikainen ja Kirsi Silvennoinen*

#### 3.3.1. Ruokahävikki

Ruokahävikki tarkoittaa ravinnoksi kelpaavan ruoan siirtymistä pois ruokaketjusta, jolloin siihen käytetyt raaka-aineet menevät hukkaan ja ympäristövaikutukset ovat syntyneet turhaan. Tässä tekstissä ruokahävikillä tarkoitetaan alun perin syömäkelpoista ruokaa, joka on päätynyt jätteeksi (Taulukko 6).

**Taulukko 6.** Ruokahävikin, keittiöbiojätteen ja elintarvikejätteen määritelmät

Termi	Kuvaus
Ruokahävikki	Alun perin syömäkelpoinen ruoka, joka päättyy jätteeksi (esim. ros-kiin, viemäriin)
Keittiöbiojäte	Ruoan alun perin syömäkelvottomat osat, esim. kasvien, juuresten ja hedelmien kuoret ja kannat, luut, ruodot, nahka, kahvinporot, suodatinpaperit, teepussit
Elintarvikejäte	Ruokahävikki ja keittiöbiojäte yhteensä
Sivuvirta	Ruokaketjussa syntyvä materiaalivirta (alun perin syömäkelpoinen ja syömäkelvoton), mikä päättyy hyötykäyttöön

Ruokahävikkiä syntyy ruokaketjun jokaisessa vaiheessa alkaen alkutuotannosta ja päättyen kuluttajalähtöiseen ruokahävikkiin eli kotitalouksissa ja ruokapalveluissa syntyvään ruokahävikkiin. Ruokahävikin kokonaismääräksi Suomessa on arvioitu noin 350 miljoonaa kiloa vuosittain (63 kg/hlö) (Riipi ym. 2021a). Elintarvikejätteen määräksi Suomessa on arvioitu noin 650–700 miljoonaa kiloa (115–125 kg/hlö) (Riipi ym. 2021a). Euroopan tasolla elintarvikejätteen määräksi on arvioitu 90 miljoonaa tonnia vuodessa (173 kg/hlö) eli noin 16 % kulutetusta ruoasta (Stenmark ym. 2016). Arviolta noin 15–16 % keskimääräisen eurooppalaisen ruoantuotannon ilmastovaikutuksesta kohdistuu elintarvikejätteelle (Scherhauser ym. 2018).

Kuluttajat vaikuttavat valinnoillaan ruokahävikin syntyyn suoraan (ruokaa heitetään ros-kiin kotitaloudessa) ja epäsuoraan (esim. toivotaan laajaa valikoimaa ruokakaupoissa ja ravinto-loissa) ruokaketjun eri vaiheissa. Tässä luvussa keskitytään suoraan kuluttajan aiheuttamaan ruokahävikkiin eli kotitalouksissa ja ruokapalveluissa syntyvään hävikkiin.

Ruokahävikkiä on tutkittu kotitalouksissa eri menetelmillä: lajittelututkimuksella (sekäjätteestä ja erilliskerätystä biojätteestä lajitellaan ruokahävikki) ja päiväkirjatutkimuksella (kotitaloudet raportoivat syntyvän ruokahävikin). Tulosten perusteella kotitalouksissa syntyy noin 20–25 kiloa ruokahävikkiä henkeä kohti vuosittain eli noin 5 % ostetusta ruoasta. Mittausmenetelmien puutteitten takia on syytä kuitenkin olettaa, että kotitalouksissa syntyy nyt arvioitua enemmän ruokahävikkiä (Hartikainen ym. 2020).

Eniten ruokahävikkiä syntyy kotitalouksissa tuoretuotteista kuten vihanneksista, hedelmistä, juureksista ja leivästä (Riipi ym. 2021a). Suurimmat syyt hävikkiin liittyvät ruoan

pilaantumiseen, päiväysmerkintöjen umpeutumiseen ja lautastähteisiin. On arvioitu, että lähes puolet (40 %) poisheitetystä ruoasta oli edelleen syömäkelpoista poisheittohetkellä (Silvennoinen & Nisonen 2020).

Myös ruokapalveluiden ruokahävikkiä on selvitetty Suomessa. Tutkimuksen mukaan ruokahävikkiä syntyy 15,9 % valmistetusta ruoasta. Tästä tarjoiluhävikin osuus on merkittävin: 9,1 %, lautastähteiden osuus on 5,4 % ja keittiöhävikin osuus 1,5 %. Asiakasta kohden tarkasteltuna ruokahävikkiä syntyy 89 g/asiakas. Ruokahävikkiä syntyy ravitsemispalveluissa yhteensä 61 miljoonaa kiloa (11 kg/hlö). Hävikin syyt ravitsemispalveluissa johtuvat erityisesti ruoan ylivalmistuksesta linjastoravintoloissa, mutta myös asiakkaiden lautastähteistä varsinkin annosravintoloissa (Silvennoinen ym. 2020).

Ruokahävikin vähentämiseksi on tunnistettu useita keinoja ja niitä on koottu muun muassa Suomen kansalliseen ruokahävikkitietokarttaan (Ruokahävikkitietokartta 2024). Kuluttajien ruokahävikkiin vaikuttaa erityisesti opitut tavat ja rutiinit. Rutiinien tunnistaminen ja uusien käytäntöjen luominen on tehokas tapa vaikuttaa ruokahävikin syntyyn (Riipi ym. 2021b). Alun perin syömäkelpoisen ruoan poisheittäminen on tarpeetonta ympäristön kuormittamista turhan tuotannon vuoksi. Erityisesti kotitalouksien ja ravitsemuspalveluiden hävikkiä tulisi saada pienennettyä merkittävästi. Jos kotitalouksien ruokahävikki onnistuttaisiin puolittamaan, vähentäisi se ruokajärjestelmän ilmastovaikutuksia Suomessa muutamalla prosentilla.

### 3.3.2. Metabolinen ruokahävikki

Vaikka perinteisesti ruokahävikillä tarkoitetaan jätteeksi päätynyttä ruokaa, myös ns. metabolisen hävikin sisällyttämistä ruokahävikin määritelmään on ehdotettu (Serafini & Toti 2016, Franco ym. 2022). Metabolisella hävikillä tarkoitetaan ruokaa, jota ihminen syö yli oman energiantarpeensa. Kun ruuasta saadaan enemmän energiaa kuin kulutetaan, se johtaa energian varastoitumiseen rasvakudoksena ja pitkään jatkuessa lihavuuteen. Suomessa 28 % naisista ja 30 % miehistä on lihavia eli lihavuutta esiintyy yli 1,2 miljoonalla suomalaisella aikuisella (Terve Suomi 2023). Tämän perusteella ylikulutusta voi pitää yleisenä ilmiönä. Ympäristön kannalta se, että syö enemmän kuin on ravitsemuksellisesti tarpeen, on yhtä lailla turhaa kuin roskiin päätynyt ruoka.

Yli oman tarpeen syödyn ruuan määrää ei ole Suomessa tutkittu ja muuallakin varsin vähän. Toti, Mattia & Serafini (2019) ovat arvioineet, että metabolisen ruokahävikin määrä on suurin Euroopassa, vastaten 39,2 miljoonaa tonnia ruokaa vuodessa. Italiassa on arvioitu metabolisen hävikin vastaavan kotitalouksien tuottamaa ruokahävikkimäärää ja Ruotsissa jopa ylittävän sen (Sundin ym. 2021, Franco ym. 2022). Metabolisen hävikin ympäristövaikutukset riippuvat suuresti siitä, mikä yli oman tarpeen syödyn ruuan koostumus on: Jos se vastaa tavanomaista ruokavaliota, sen ilmastovaikutukset Ruotsissa ovat noin 1,2 Mt CO<sub>2</sub>-evk., joka on noin 2 % Ruotsin kaikista kasvihuonekaasupäästöistä. Jos ruoka koostuu pelkistä herkuista kuten kekseistä, karkista, jäätelöstä ja pullasta, ilmastovaikutukset tippuvat alle kolmasosaan (Sundin ym. 2021).

Metabolisen hävikin ympäristövaikutuksia saisi pienennettyä tehokkaimmin vähentämällä yli oman kulutuksen syödyn lihan ja maitotuotteiden määrää (Sundin ym. 2021). Suomessa useimmat miehet ja osa naisista syövät lihaa ja lihavalmisteita yli ravitsemussuosituksissa annetun enimmäismäärän 500 g viikossa (Kaartinen ym. 2020). Koska suositus on annettu väestötason terveysvaikutusten pohjalta, lihatuotteiden syönnin vähentäminen edistäisi myös

terveyttä väestötasolla. Toisaalta myös paljon energiaa ja vähän vitamiineja- ja kivennäisaineita sisältävien herkkujen kulutuksen vähentäminen olisi ruokavalion terveellisyyden kannalta hyväksi, vaikka se ei ruokavalion ympäristövaikutusten vähentämisen kannalta olisikaan yhtä merkittävää, koska tyypillisesti näiden tuotteiden ympäristövaikutukset massayksikköä kohden on suhteellisen alhaiset.

Ylipainon ja lihavuuden yleistyminen on globaalisti tunnustettu monimutkainen ongelma, jota yleensä tarkastellaan lähinnä kansanterveydellisestä näkökulmasta. Kun yli energia- ja ravintoainetarpeiden syöty ruoka sisällytetään osaksi ruokahävikkiä, käy selväksi, että lihavuus liittyy myös ilmastonmuutoksen ja muiden ympäristöongelmien torjuntaan. Ympäristötietojen kuluttajien määrän lisääntyessä voi olla hyödyllistä tuoda esille, että omien ruokavalintojen ja roskeen heitetyin ruuan vähentämisen lisäksi myös oman kulutuksen mukainen syöminen on ympäristöteko.

### **3.4. Taloudelliset syyt eivät ole ruokavaliomuutoksen tärkeimmät esteet**

*Jyrki Niemi ja Hanna-Maija Karikallio*

Ruoan osuus kotitalouksien kulutusmenoista on keskeinen ruokaturvan mittari, joka paljastaa hyvin eri maiden ja niissä asuvien kotitalouksien mahdollisuudet sopeutua ruoan hintojen suuriin vaihteluihin. Suomessa ruoan osuus kulutusmenoista on pysytellyt viime vuosina noin 12–14 %:ssa, mikä on kansainvälisesti erittäin matala taso. Vaikka ruoan hintojen nousu tuntuu suomalaisten kuluttajien kukkaroissa, 10–20 prosentin hinnannousu vie harvoin kotitalouksien budjetilta pohjan pois. Suomalaisille hintojen nousu merkitsee lähinnä ostovoiman heikkenemistä. Sen sijaan maissa, joissa ruoka vie 40 % kulutusmenoista – kuten monissa Saharan eteläpuolisissa valtioissa – jo 10 %:n hinnannousu on ihan eri luokan kysymys. Maailman köyhimmille ruoan kallistuminen voi tarkoittaa, että rahat eivät enää riitä ruokaan, ja usein myös ruoan saatavuus vaikeutuu ruoan hintojen lähtiessä nousuun.

Pitkällä aikavälillä ruoan osuus kotitalouksien kulutusmenoista on Suomessa laskenut selvästi. 1960-luvulla se oli vielä yli 30 %, 1970-luvulla alle 25 % ja 1980-luvun puolivälissä vajaat 20 %. Ennen EU-jäsenyyttä, vuonna 1994, osuus oli runsaat 16 %, ja 2010-luvulle tultaessa se pienentyi jo alle 13 %:iin, mikä on vanhojen EU-maiden tasoa.

Vaikka ruoan osuus kulutusmenoista on laskenut Suomessa tasaisesti viime vuosikymmeninä, vuoden 2022 kulutustutkimuksen aineistossa osuus kääntyi poikkeuksellisesti ensimmäistä kertaa hienoiseen nousuun. Osuus oli noin prosenttiyksikön korkeampi vuoteen 2016 verrattuna (Tilastokeskus 2024). Osuuden nousua selittävät ruoan hinnan raju nousu ja kotitalouksien heikentynyt ostovoima vuosina 2021–2022. Kahdessa vuodessa ruoan hinta nousi noin viidenneksen, samalla kun kotitalouksien yhteenlasketut käytettävissä olevat reaalitytulot laskivat. Vuonna 2022 kotitalouksien pienituloisimman viidenneksen kulutusmenoista 18 % kului ruokaan, kun suurituloisimmilla viidenneksellä vastaava osuus oli 12 % (Tilastokeskus 2024).

Eri väestöryhmien mahdollisuudet terveelliseen ja ravitsemuksellisesti riittävään ruokavalioon eivät Suomessa kuitenkaan riipu suoraan ruoan hinnasta tai sosioekonomisesta asemasta. Irz ym. (2024b) osoittavat, että kohtuullisen pienillä muutoksilla ruokavalion raaka-ainepohjaan voitaisiin pienentää ruokamenoja, syödä terveellisemmin ja vähentää samalla ruokavalion ilmastovaikutusta. Lisäksi nämä muutokset olisivat suurelta osin samankaltaisia eri tulotason

tai koulutustason mukaan määritellyissä sosio-demografisissa ryhmissä, eivätkä siten aiheuttaisi tasa-arvo-ongelmia. Ruokavalion ravitsemuksellinen laatu ja taloudellinen saavutettavuus voitaisiin Irzin ym. (2024b) mukaan turvata Suomessa myös tilanteessa, jossa ruokavalion ilmastovaikutus puolitettaisiin. Tämä edellyttäisi naudanlihan, lihavalmisteen ja maitovalmisteiden korvaamista ruokavaliossa erityisesti täkkelyspitoisilla elintarvikkeilla (Irz ym. 2024a).

Käytävissä olevat tulot ja ruoan hinta eivät siten ole väistämättömiä syitä siihen, miksi ravitsemuksellisesti riittäviä ja kasvihuonekaasupäästöjä merkittävästi vähentäviä ruokavalioita ei omaksuta. Merkittävämpi este voi olla kulttuurinen hyväksyttävyys. Osa kuluttajista saattaa kokea ruokavalion muutoksen isona uhruksena, vaikka nykyistä ilmastoystävällisemmän ruokavalion omaksuminen voisi tuoda heille sekä terveydellistä että taloudellista hyötyä. Siksi kulttuurinen hyväksyttävyys on ensiarvoisen tärkeää kestävien ruokavalioiden omaksumisen esteiden ymmärtämisessä.

Ruokaan liittyvien arvojen ja asenteiden lisäksi tiettyjen väestöryhmien tietojen ja taitojen taso saattavat tehdä ruokavaliomuutokset joillekin ryhmille vaikeaksi. Huomiota tulisikin kiinnittää kuluttajien muutoskyvykkyyksien rakentamiseen erityisesti niissä väestöryhmissä, joissa ruokailutottumukset ovat kauimpana terveyttä edistävästä ja ilmastoa vähemmän kuormittavasta syömisestä. Kuluttajien elintarviketuntemuksen lisääminen, raaka-ainevaihtoehtoihin tutustuminen, vanhojen perinteisten kasvipainotteisten ruokien palauttaminen käyttöön tai uusiin innovatiivisiin elintarvikkeisiin totuttelu ja ruokatieto laajasti ovat tärkeässä osassa nykyistä kestävämpien ruokavalioiden omaksumisessa (Kaljonen ym. 2022).

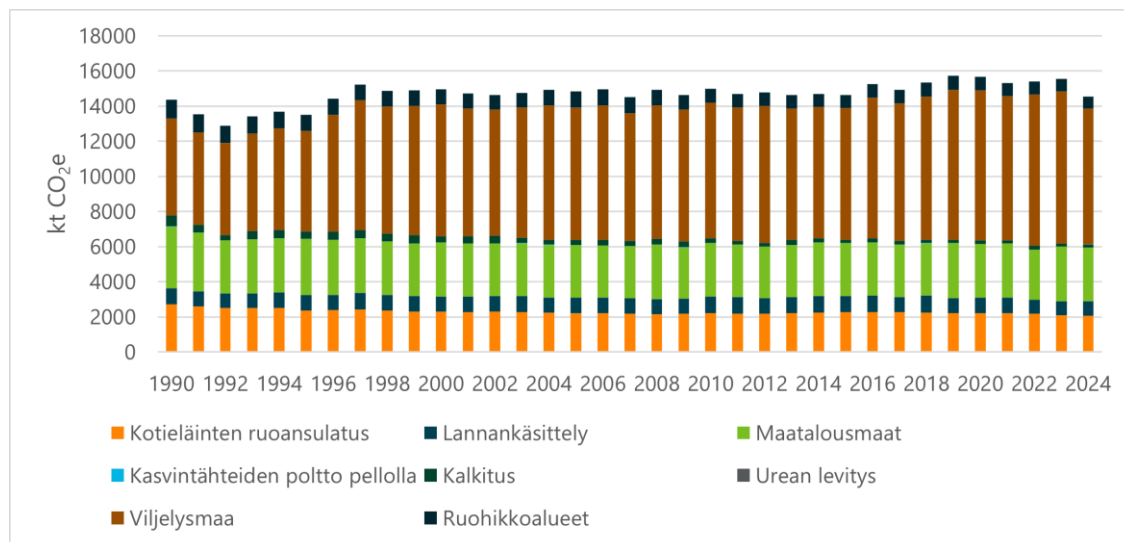
## 4. Ruoan alkutuotannon ympäristövaikutukset ja keinot niiden vähentämiseen Suomessa

### 4.1. Maaperällä on keskeinen rooli maatalouden ilmastopäästöissä

*Kristiina Lång*

Ruokajärjestelmän vaikutuksia ilmaston lämpenemiseen voidaan tarkastella tuotekohtaisesti (ks. Luku 2), ruokavaliotain (ks. Luku 3), kulutusperusteisesti ottaen huomioon tuonti (Salo ym. 2023), tai maan rajojen sisäpuolella tapahtuvan tuotannon osalta kasvihuonekaasuinventaarion ja -tilastoinnin keinoin. Kansainvälisiin sopimuksiin perustuvien ilmastotavoitteiden saavuttamista arvioidaan viimeksi mainitun perusteella.

Kasvihuonekaasutilastoista nähdään, että Suomessa suurin osa maatalouden ilmastoa lämmittävistä päästöistä tulee maaperästä; sen lisäksi päästöihin lasketaan suoraan tuotantoeläimistä, lannan varastoinnista ja joistakin muista vähäisistä lähteistä tulevia päästöjä (Kuva 12). Typpilannoituksesta ja eläinten ruoansulatuksesta tulevat päästöt ovat laskeneet 1990-luvulta lähtien. Päästöjen aikasarja on kuitenkin lievästi nouseva, koska maaperän CO<sub>2</sub>- ja N<sub>2</sub>O-päästöt ovat nousseet eloperäisillä mailla sijaitsevien peltojen pinta-alan ja osuuden peltoalasta kasvaessa. Tämä johtuu siitä, että maatalouden rakennemuutoksen myötä laajenevat tilat sijaitsevat suurelta osin turvevaltaisilla alueilla (Niskanen & Lehtonen 2014).



**Kuva 12.** Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen kehitys Suomessa 1990–2024. Kuvaan on yhdistetty kasvihuonekaasuinventaarion maataloussektorin päästöt ja LULUCF-sektorilla seurattavat viljelysmaan ja ruohikkoalueiden päästöt. Maatalouden päästöjä ovat: kotieläinten ruoansulatuksen CH<sub>4</sub>-päästöt, lannankäsittelyn CH<sub>4</sub>- ja N<sub>2</sub>O-päästöt, maaperän N<sub>2</sub>O-päästöt, kasvintähteiden kulutuksen N<sub>2</sub>O- ja CH<sub>4</sub>-päästöt sekä kalkituksen ja urealannoituksen CO<sub>2</sub>-päästöt. LULUCF-sektorin viljelysmaan ja ruohikkoalueiden (enimmäkseen hylättyjä peltoja) päästöt kattavat maaperän CO<sub>2</sub>-päästöt ja -poistumat sekä jonkin verran N<sub>2</sub>O-päästöjä. Kuvasta puuttuvat maatalouden energiankulutukseen liittyvät kasvihuonekaasupäästöt, jotka ovat n. 1 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv. Vuoden 2024 tiedot ovat ennakkotietoja. Lähde: StatFin; [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_khki/statfin\\_khki\\_pxt\\_138v.px/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_khki/statfin_khki_pxt_138v.px/)

Maaperä voi olla hiilen nielu tai lähde. Eloperäinen aines hajoaa maaperän mikrobiologisissa prosesseissa. Maaperästä tulee hiilen päästölähde, jos hiiltä poistuu hajotuksessa enemmän kuin sitä tulee maahan esimerkiksi kasvintähteissä, lannassa tai maanparannusaineissa. Suomalaiset kivennäispeltoamat ovat menettäneet noin 0,35 % hiilivarastostaan (n. 0,5 t CO<sub>2</sub>/ha/vuosi) vuosittain aikavälillä 2009–2018 (Heikkinen ym. 2022). Runsaasti muokkausta vaativien yksivuotisten kasvien viljely kuluttaa hiilivarastoa enemmän kuin nurmivaltaiset tai monivuotoiset viljelykierrot. Monivuotisia kasveja sisältävät viljelykierrot suurensivat kivennäismaiden pintamaan hiilivarastoa 150–240 kg C/ha/vuosi verrattuna yksivuotisten kasvien viljelyyn 10-vuotisen tarkastelujakson aikana. Samasta aineistosta johdetut hehtaarikohtaiset maaperän hiilidioksidipäästöt olivat vihannesviljelylohkoilla vieläkin suuremmat kuin muita yksi- tai monivuotisia kasveja viljeltäessä (Saarinen ym. 2019a). Myös Ruotsissa on havaittu, että monivuotisten kasvien viljely suurensi kivennäismaiden hiilivarastoa 50 vuoden tarkastelujakson aikana noin 120 kg C/ha/vuosi, kun taas yksivuotiset kasvit pienensivät hiilivarastoa noin 240 kg C/ha/vuosi (Bolinder ym. 2010). Nurmiviljelystä johtuen ruotsalaisten nautakarjatilojen peltojen hiilipitoisuuden on arvioitu olevan noin 0,7 % suurempi verrattuna kasvinviljelytiloihin (Henryson ym. 2022). Monivuotisten nurmien katsotaan yleisesti ylläpitävän tai kasvattavan peltoamaan hiilivarastoa tuottamalla peltoon runsaasti hiilisyötettä erityisesti juurten ja juurieritteiden muodossa. Sängestä jää kuitenkin nurmilla vähemmän kariketta maahan kuin yksivuotisilla kasveilla, joten Suomessa nurmien kokonaishiilisyöte ei ole nurmilla suurempi kuin yksivuotisilla viljelykasveilla (Palosuo ym. 2016). Suomessa nurmet uusitaan keskimäärin 3–4 vuoden välein, joten nurmien ilmastovaikutusta todennäköisesti parantaisi nurmien uusimisvälin pidentäminen (Soussana ym. 2004). Kokonaisuudessaan rehunurmien ja laidunnurmien ilmastovaikutusten on arvioitu olevan samansuuruisia tai pienempiä verrattuna ohran ja vehnän jyväsatoon kuiva-ainekiloa kohden tarkasteltuna (Mogensen ym. 2014), riippuen kuitenkin paljon nurmien hehtaarikohtaisesta satotasosta ja lannoitusmäärästä.

Runsas hiilivarasto altistaa maaperän korkeille CO<sub>2</sub>-päästöille (Heikkinen ym. 2022). Suomessa kivennäismaiden hiilipitoisuudet ovat verrattain suuria, mikä johtuu siitä, että valtaosa Suomen pelloista on raivattu metsästä suhteellisen lyhyen aikaa sitten ja siitä, että Suomen viileä ilmasto hidastaa orgaanisen aineksen hajoamista maassa. Ilmastonmuutos lisää hiilen vapautumista maaperästä, minkä vuoksi maatalousmaiden hiilivarastojen ylläpito edelleen vaikeutuu.

Suomessa suurin yksittäinen päästölähde on eloperäisillä mailla sijaitsevat pellot. Niiden hiilivarasto maamassaa kohden on monikertainen kivennäismaan peltoon verrattuna, ja siksi samat viljelytoimet aiheuttavat pinta-alaa kohden moninkertaisen päästön. Suomalaisilta eloperäisiltä pelloilta mitatut hiilidioksidipäästöt ovat olleet vajaa 30 t/ha/vuosi (Ojanen ym. 2020). Eloperäisten peltojen ala on n. 280 000 ha (12 % kokonaispeltoalasta), ja niiden päästöt yhteensä n. 9 Mt CO<sub>2</sub>-ekv., eli yli puolet maatalouden kaikista päästöistä. Niillä on iso merkitys myös tuotteiden hiilijalanjäljissä (Mogensen ym. 2014, Kajava & Sairanen 2024).

Eloperäisten peltojen N<sub>2</sub>O- ja CO<sub>2</sub>-päästöt ovat olleet noin 30 % pienemmät monivuotisilta nurmilta verrattuna yksivuotisiin kasveihin kuten viljoihin (IPCC 2014). Päästövähennyksen on arveltu johtuvan vähäisemmästä maanmuokkauksesta ja nurmen tehokkaasta typenotosta. Kun asiaa tarkasteltiin vertaamalla tutkimuksia, joissa nurmi ja yksivuotinen kasvi ovat olleet samassa paikassa samaan aikaan, samankaltainen ero löytyi vain N<sub>2</sub>O-päästöjen osalta (Holzknecht ym. 2025). Tämä viittaa siihen, että nurmille on yleisesti valittu laadultaan huonompi kasvupaikka ja että yksivuotisen kasvin vaihtaminen nurmeen ei automaattisesti vähennä CO<sub>2</sub>-päästöjä eloperäisillä mailla.

Tehokkain tapa vähentää eloperäisten maiden ilmastovaikutuksia on korottaa pohjaveden tasoa padottamalla, esimerkiksi säätösalaajituksen avulla (Virkkunen ym. 2022). Korotettu vedenpinta on pienentänyt eloperäisten peltojen CO<sub>2</sub>-päästöjä 5–14 % (Regina ym. 2015; Heikkinen ym. 2024) tai 3,2 t hehtaarilta (Lång ym. 2024) jokaista nostettua 10 cm kohden. Eri puolilla Suomea toteutetuissa vettämiskokeissa havaittiin kokonaispäästöjen (CO<sub>2</sub>-ekv.) vähenvän keskimäärin 5 t CO<sub>2</sub>-ekv. pohjaveden noustessa 10 cm (Saarnio ym. 2025). Pohjaveden noustessa runsaasti lohkot siirtyvät kuitenkin pois tavanomaisesta maataloustuotannosta, vettä ei välttämättä ole saatavissa riittävästi nostoa varten ja peltotöiden oikea-aikainen suoritus vaatii pohjaveden pinnan onnistunutta säätelyä.

Maaperän N<sub>2</sub>O-päästöjen lähteitä ovat väkilannoitteet, orgaaniset lannoitteet ja lannat, kasvintähteet sekä maaperän mineralisaatio sekä huuhtouma ja typpilaskeuma. Maaperän N<sub>2</sub>O-päästöt ovat suomalaisissa tutkimuksissa olleet kivennäismailla noin 5,5 kg/ha/vuosi yksivuotisten kasvien viljelyssä ja noin 20 % vähemmän nurmen viljelyssä (Regina ym. 2013, 2019) johtuen muun muassa nurmien talviaikaisesta kasvipeitteisyydestä ja vähäisemmästä maanmuokkauksesta. Turvellidoilla päästöt ovat olleet vastaavasti noin 17 kg/ha/vuosi yksivuotisten kasvien ja 11 kg/ha/vuosi nurmen viljelyssä (Regina ym. 2019).

N<sub>2</sub>O-päästöjä voidaan vähentää optimoimalla lannoitusmäärää ja ajoitusta. Lannoitteiden käyttöä voidaan vähentää esimerkiksi puna-apilan sekä muiden typensitojakasvien käytöllä nurmiseoksissa (Lehtilä ym. 2024), mikä on tyypillinen käytäntö etenkin luomutuotannossa, vaikkakin niiden käyttöä rajoittaa niiden herkkyys talvituhoille. Typensitojakasvien biologinen typensidonta vähentää väkilannoitteiden käyttöä, ja siten väkilannoitteiden valmistuksen ja käytön ilmastovaikutuksia, mutta saattaa lisätä maaperän päästöjä (Virkajärvi ym. 2010, Regina ym. 2021).

Muut maaperään liittyvät päästöt ovat merkitykseltään vähäisiä. Kalkituksesta lasketaan levietyksen aikaiset ja sen jälkeen syntyvät suorat CO<sub>2</sub>-päästöt, mutta Suomen oloissa kalkituksella myös saavutetaan sadon lisäystä. Tällöin saadaan lisää hiilisyötettä maaperään kasvintähteistä, mikä heijastuu maaperän hiilivarastoihin. Sängen poltto on Suomessa hyvin vähäistä, koska EU:ssa se on sallittua ainoastaan kasvinterveyteen liittyvistä syistä. Myös urean käyttö lannoitteena on Suomessa vähäistä.

Koska maaperä on tärkein päästölähde, maankäytön muutokset ja niiden säätely vaikuttavat päästöihin olennaisesti. Etenkin eloperäisellä maalla sijaitsevien metsien raivaamista pelloiksi tulee välttää (Lehtonen ym. 2021). Pellonraivaus liittyy suurelta osin laajentaviin eläintiloihin, sillä noin 60 % pellonraivausalaista Suomessa 2000-luvulla on liittynyt nautakarjatuotantoon (Niskanen & Lehtonen 2014, Maanvilja ym. 2021). Kaikki peltoala ei ole viljelykäytössä, ja on tärkeää löytää hyviä ratkaisuja erityisesti eloperäisillä mailla sijaitseville tuotantokuntansa menettäneille tai muusta syystä aktiiviviljelystä poistuneille pelloille, sillä turpeen hajotus jatkuu ojituksen toimiessa (Keck ym. 2024). Eloperäisten maiden viljelykäyttöä voitaisiin myös vähentää esimerkiksi tehostamalla nurmituotantoa kivennäismailla ja vähentämällä näin rehuntuotantoon vaadittavan peltopinta-alan tarvetta. Näin osa eloperäisistä pelloista – ennen kaikkea huonotuottoisista pelloista – voitaisiin ohjata esimerkiksi metsitettäväksi tai kasvihuonekaasupäästöjä vähentävien toimien piiriin.

#### 4.1.1. Tuotantoeläimet

Maaperän jälkeen toiseksi suurin ilmastovaikutusta aiheuttava päästölähde maataloudessa on eläinten ruoansulatus (Kuva 12). Ruoansulatuksen päästöistä suurin osa tulee Suomessa nautakarjasta. Ruoansulatuksen päästöt ovat laskeneet 20 % vuodesta 1990, erityisesti nautojen lukumäärän vähentymisen vuoksi. Päästöt eivät ole vähentyneet aivan samassa suhteessa kuin nautojen lukumäärä, koska eläinten koko, ja sitä myöden eläinکوhtainen päästö määrä, on kasvanut tuotoksen noustessa.

Tarkasteltaessa lypsykarjan metaanipäästöjä Suomessa viimeisen 60 vuoden ajalta, vuosina 1960–2020, lypsykarjan kokonaismetaanipäästöt ovat vähentyneet 56 % (Huhtanen ym. 2024). Tämä johtuu eläinjalostuksen, ruokinnan ja hoidon kehittymisestä, joka on parantanut maitotuotosta ja mahdollistanut eläinmäärän laskun. Tuotettua energiakorjattua maitokiloa kohti metaanin tuotanto on vähentynyt 36 %. Luonnonvarakeskuksen tutkimusnavetan metaboliakammioissa tehtyjen mittausten perusteella lypsylehmien metaanituotannon intensiteetti on keskimäärin 14.2 g/kg energiakorjattua maitoa (Adjassin & Bayat 2024). FAO:n karkeiden, mutta maiden välisen vertailun mahdollistavien tilastojen perusteella Suomen maidon- ja naudanlihantuotannon kasvihuonekaasupäästöt ovat varsin matalalla tasolla (kokonaispäästöt sekä päästöt tuotekiloa kohti) suhteessa mm. muihin EU- ja OECD-maihin. Kehittyvien maiden kuten Intian ja monien Afrikan maiden päästöt ovat selvästi korkeammalla tasolla verrattuna intensiivistä kotieläintaloutta harjoittaviin länsimaihin (Mehtiö ym. 2023a, FAOSTAT 2024).

Ruoansulatuksen CH<sub>4</sub>-päästöjä raportoidaan myös muista tuotantoeläimistä, mutta niiden merkitys maatalouden päästöille on pieni (Statistics Finland 2024). Hevosten ja porojen päästöt eläintä kohden ovat reilu kymmenesosa lypsylehmän päästöistä, sikojen, lampaiden, vuo-hien ja turkiseläinten päästöt puolestaan enimmäkseen alle 3 % lypsylehmän päästöistä.

#### 4.1.2. Lannankäsittely

Lannan orgaaninen aines jatkaa hajoamista lannan varastoinnin aikana, ja tästä syntyvät N<sub>2</sub>O- ja CH<sub>4</sub>-päästöt lasketaan mukaan maatalouden päästöihin. Päästöihin vaikuttavat mm. ravinnepitoisuus ja lantavaraston tyyppi. Tyypillisesti CH<sub>4</sub>-päästöt ovat suurempia lietelannasta ja N<sub>2</sub>O-päästöt suurempia kuivalannasta, joten lannankäsittelytavan muutoksella on pieni vaikutus kokonaispäästöihin. Parhaiten päästöjä voidaan vähentää vähentämällä typen määrää koko käsittelyketjussa, sillä kaasumaista typpeä vapautuu useista lannankäsittelyn vaiheista. Ammoniakki on määrällisesti huomattavasti N<sub>2</sub>O-päästöä suurempi typen ainevirta, ja suurin osa (90 %) Suomen ammoniakkipäästöistä syntyy maataloudessa (MMM 2021). Ammoniakki- ja kasvihuonekaasupäästöillä on kytkös, sillä ammoniakin laskeuma katsotaan N<sub>2</sub>O-päästöjen lähteeksi. Ammoniakkipäästöjä vähentämällä voidaan siis myös vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Tärkeimmät keinot päästöjen vähentämiseen ovat typpiyliruokinnan välttäminen ja lantavarastojen katteet.

## 4.2. Maataloudesta tulee paljon rehevöittäviä päästöjä – ratkaisuja etsitään aktiivisesti

*Jaana Uusi-Kämppä, Kirsi Järvenranta ja Perttu Virkajärvi*

Suomen sisävesiin ja rannikkovesiin tulee hajakuormituksen mukana edelleen runsaasti fosforia ja typpeä, vaikka monia hajakuormituksen vähentämiseen tähtääviä toimenpiteitä on ollut käytössä vuosikymmenien ajan. Suomen ympäristökeskuksen tekemän VEMALA-mallinnusten mukaan maataloudesta peräisin olevan fosforikuorman osuus on 61 % ja typpikuorman 54 % (Syke 2022). Kuormitushuippu on yleensä kevätvalunnan aikana, mutta Etelä-Suomessa se näyttäisi siirtyvän talvikuukausiin, jolloin sataa vuoroin lunta sekä vettä ja lämpötila sahaa nol-lan molemmin puolin. Ilmaston muutoksen seurauksena fosforin hajakuormituksen onkin arvioitu lisääntyvän seuraavien 30 vuoden aikana (Fleming ym. 2021). Maataloudesta peräisin olevan hajakuormituksen vähentämiseksi tarvitaankin sekä vanhoja hyviksi koettuja että uusia innovatiivisia toimenpiteitä.

### 4.2.1. Kuormituksen vähentäminen

Ravinnekuormituksen vähentäminen vaatii hyvää huolenpitoa sekä pellon vesitaloudesta ja kasvukunnosta että maanrakenteesta. Kun kasvin kasvu on turvattu näillä perustarpeilla, kas-vua ja ravinteiden hyväksikäyttöä voi tehostaa lannoituksen optimoinnilla. Siitä lähtien kun Suomi liittyi Euroopan unioniin (EU) vuonna 1995 EU:n yhteisten CAP-suunnitelmien lukuisilla eri toimenpiteillä on pyritty vähentämään myös Suomen maataloudesta tulevaa vesistökuor-mitusta. Vähentämistoimenpiteistä huolimatta vesistökuormitus ei ole juurikaan näyttänyt pienentyvän, sillä samanaikaisesti talviajan kuormitus on lisääntynyt syöden toimenpiteillä saavutettuja vähenemiä. Tulevaisuudessa vesistöjen ravinnekuormitus todennäköisesti kasvaa ilmastonmuutoksen myötä, erityisesti entistä leudompien talvien ja talvisateiden vuoksi (Hy-vönen ym. 2020, Järvenranta ym. 2023a).

Nykyään myös monilla kansallisilla hankkeilla pyritään vesistökuormituksen vähenemiseen maanrakenteen paranemisen ohella. Esimerkiksi KIPSI-hankkeessa vuosina 2020–2025 Suo-men rannikkoalueen 75 000 peltohehtaarille levitetyn kipsin on arvioitu vähentäneen mereen kulkeutuneen fosforin kuormaa 110 tonnilla hankkeen aikana (YM 2025). Myös rakennekal-killa ja metsäteollisuuden kuitulietteistä tuotteistetuilla maanparannuskuiduilla voidaan pa-rantaa savimaan rakennetta ja vähentää pelloilta vesiin kulkeutuvia kiintoaine- ja fosforikuor-mia (Rasa ym. 2021, Keskinen ym. 2025). Näillä maanparannusaineilla voidaan puolittaa kuor-mitus, mutta niiden teho laimenee noin 5 vuodessa.

Saaristomeren valuma-alueella hajakuormitusta on pyritty vähentämään muun muassa Saa-ristomeri-ohjelman avulla 2024–2027 (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus). Ohjelma pe-rustuu vesien- ja merenhoidon toimenpideohjelmiin ja Saaristomeren maatalouden vesien-suojelun tiekarttaan. Orpon hallitusohjelman mukaisesti tiekartan tavoitteena on poistaa Saa-ristomeren maatalouskuormitus Helcomin suurimpien kuormituslähteiden listalta vuoteen 2027 mennessä. Myös ACWA LIFE -hankkeessa (2026–2033) tullaan kehittämään uusia vesien-suojelumenetelmiä hankkeen pilottialueilla, tiedottamaan menetelmistä sekä neuvomaan ja kouluttamaan niiden käyttöönnotossa.

#### 4.2.2. Ravinteiden kierrätys

Lannoitteiden teollinen valmistaminen on energiantensiivistä ja se lisää EU:n riippuvuutta maakaasusta. Fosfori on nostettu EU:n kriittisten materiaalien listalle. Ravinteiden kierrättämistä on tutkittu ja pyritty edistämään Suomessa jo vuosia erityisesti ympäristösyistä. Viime vuosina myös huoltovarmuuden näkökulma on noussut yhä tärkeämmäksi. Viimeisimmän arvon mukaan kierrätettävien biomassojen (esim. lannat) fosfori kattaisi 90 % Suomessa tarvittua fosforilannoituksesta (Lemola ym. 2023). Sen sijaan kierrätykseen soveltuvat biomassat eivät riitä kattamaan typpilannoituksen tarvetta, mikäli halutaan pysyä nykyisissä satotasoisissa ja peltopinta-aloissa. Kierrätys voisi kuitenkin olla merkittävä epäorgaanisen typen tarpeen vähentäjä. Lisäapua voitaisiin saada myös esimerkiksi biologisesta typensidonnasta (Vainio 2022).

#### 4.2.3. Typen ja fosforin kulkureitit

Vesistöjen rehevöityminen johtuu levien kasvua edistävien ravinteiden eli fosforin (P) ja typen (N) liiallisesta määrästä vesistöissä. Lähes kaikki (noin 90 %) Sisä-Suomen järvet ja rannikkoalueen vesistä ovat fosforirajoitteisia. Fosfori aiheuttaa vesistöjen rehevöitymistä erityisesti paikallisella tasolla. Typpi on merkittävä rehevöittäjä Itämeressä, ja ajallisesti ja paikallisesti se voi olla merkittävä rehevöittäjä myös sisävesissä.

Typen ja fosforin huuhtoutumisreitit ja -dynamiikat ovat erilaisia. Fosfori huuhtoutuu erityisesti pintavalunnan mukana ja suurin osa tästä, noin 80–90 %, lumen sulaessa keväällä (Järvenranta ym. 2014, Rätty ym. 2020). Toisaalta, jos järvi on päässyt rehevöitymään, sisäisen kuormituksen prosessit voivat purkaa järveen kertynyttä fosforia vielä pitkään sen jälkeen, kun ulkoisen fosforikuormituksen määrää on saatu vähennettyä (Vollenweider 1975). Fosforin huuhtoutumiseen vaikuttavat selkeästi pellon pintakerroksen viljavuusfosforin pitoisuus, maan routaantuminen ja sulaminen, karjanlannan ja lannoitefosforin määrä, ja karjanlannan osalta myös lannan levitysajankohta ja levitystapa, koska fosfori huuhtoutuu pääosin pintavalunnan mukana (Puustinen ym. 2019, Järvenranta & Virkajärvi 2020, Rätty ym. 2020). Typpi puolestaan saattaa huuhtoutua jopa pohjaveteen saakka, koska se ei sitoudu maahiukkasiin.

Monivuotisten nurmien ja kevätkylvöisten yksivuotisten kasvien ravinnehuuhtoumien hehtaarikohtainen määrä on erilainen johtuen maan kasvipeitteisyyden ja lannoituksen eroista. Monivuotisilla nurmilla ravinnehuuhtoumat painottuvat liukoisiin ravinteisiin, ja tyypillisesti 3–4 vuoden välein tehtävä uudistaminen aiheuttaa yleensä typen huuhtoumapulssin, sillä muokaus kiihdyttää kasvibiomassan ja maan orgaanisen aineksen mikrobihajotusta, jonka seurauksena mineralisoituu orgaanista typpeä.

Viljapelloilla puolestaan aiheutuu partikkelimuotoista fosforikuormitusta johtuen maalajista, pellon kaltevuudesta ja rinteiden pituudesta, maan muokkausajankohdasta ja sääolosuhteista. Ilman muokkausta toteutetussa suorakylvössä fosforia kertyy herkästi maan pintakerrokseen, josta sitä saattaa vapautua liuenneessa muodossa sulamis- ja sadevesien mukaan.

#### 4.2.4. Pohja- ja pintavesien tilanne

Pohjavedet ovat Suomessa pääsääntöisesti hyvässä kunnossa. Koska N-lannoituksen enimmäismääriä säännellään nitraattiasetuksen (VnA 1250/2014) ja vapaaehtoisen ympäristökorvausjärjestelmän (VnA 235/2015) avulla, typpikuormituksen kasvu ei tulevaisuudessa todennäköisesti uhkaa pohjavesiä nykyistä enempää. Toisaalta ilmaston lämpeneminen voi lisätä

pohjavesien typpikuormituksen riskiä. Fosforin osalta tilanne on erilainen. Sisävesissä fosforikuormituksen vaikutus on monista toimenpiteistä huolimatta edelleen havaittavissa ja fosforikuormituksen vähentäminen on ensisijainen vesiensuojelutoimenpiteiden kohde karjatalousalueilla. Toisaalta fosforilannoituksen enimmäismäärien sääntely on tiukentunut ja lannan levitystekniikka on kehittynyt, mikä näkyy karjatalousalueiden peltomaan viljavuusfosforin pitoisuuden keskimääräisenä pienentymisenä vuodesta 1990 alkaen (Lemola ym. 2023).

#### 4.2.5. Nurmien aiheuttama fosforikuormitus

Arviot nurmien aiheuttamasta fosforikuormituksesta ovat muuttuneet ajan myötä. Turtolan ja Kemppaisen (1998) mukaan nurmilta tuleva fosforikuormitus on 1–2 kg/ha/v ja jopa 18 kg/ha/v, kun runsaasti lietettä levitettiin talvella hangen päälle. Lietteen tai muiden orgaanisten aineiden levitys hangelle ei ole enää sallittua. Luonnonvarakeskuksen huuhtoumakentillä tehtyjen uusimpien tutkimusten mukaan monivuotisten niittonurmien vuotuisen kokonaisfosforikuormituksen mediaani oli 0,3 kg P/ha/v (n = 56; Puustinen ym. 2019), mikä on selvästi pienempi kuin keskimääräinen peltojen ominaiskuormitusluku 1,1 kg P/ha/v. Toisaalta nurmilta huuhtoutuva fosfori on suurelta osalta liuennutta (Puustinen ym. 2019, Järvenranta ym. 2014, Rätty ym. 2020) ja siten suoraan käyttökelpoista leville, mikä voi edesauttaa vesistöjen rehevöitymistä. Talviaikaiset sulamis-jäätymis-syklit lisäävät liunneen fosforin vapautumista nurmista (Uusi-Kämppeä ym. 2012). Siten nurmet, suojakaistat ja mahdollisesti myös kerääjäkasvit saattavat lisätä liunneen fosforin talviaikaista kuormitusta.

Vaikka tyypillisen niittonurmen aiheuttama fosforikuormitusriski on kohtuullisen alhainen, tutkimuksissa on esiintynyt niin sanottuja riskikuormitusvuosia noin kerran 5–10 vuodessa (Puustinen ym. 2019, Rätty ym. 2020). Ilmastonmuutoksen edetessä riskivuosien esiintyminen on yhä todennäköisempää. Lisäksi yksi- ja monivuotisten nurmien välillä on eroja, sillä esimerkiksi yksivuotisesta italianraiheinäkasvustosta (*Lolium multiflorum* L.) huuhtoutuu runsaasti liuenneita ravinteita monivuotisiin nurmiin verrattuna (Sturite ym. 2007). Lisäksi lypsykarjan intensiivisestä laiduntamisesta aiheutuva fosforikuormitusriski on selvästi suurempi kuin niittonurmien (Järvenranta ym. 2014). Pistemäistä kuormitusta aiheutuu myös nautojen maapohjaisista jaloittelutarhoista tai ulkoiluun käytetyistä laidunalueista, joista ei kerätä valumavesiä (Uusi-Kämppeä 2010). Toisaalta laajaperäinen merenrantalaidunnus ei näytä aiheuttavan suurta kuormitusriskiä verrattuna intensiivisiin lypsykarjalaitumiin (Uusi-Kämppeä ym. 2023).

#### 4.2.6. Nurmien typpihuuhtouma

Yleisesti ajatellaan, että nurmipeltojen typpihuuhtouman suuruuteen vaikuttaa lohkon typpitase (lannoitteessa annettu N – sadossa poistunut N). Todellisuudessa typpitaseen yhteys typpikuormitukseen on heikko (Valkama ym. 2016), sillä maalaji ja sääolosuhteet kontrolloivat typpihuuhtoumaa (Kostensalo ym. 2024). Nurmet ottavat maasta tehokkaasti typpeä ja tutkimuksissa nurmien satovaste jatkuu vielä silloinkin, kun typpilannoitusta annetaan 350 kg N/ha/vuosi (Termonen ym. 2020).

Nurmien typpihuuhtouma on pienempi verrattuna yksivuotisiin kasveihin, johtuen vähäisemmästä maanmuokkauksesta sekä nurmien typenkäytön tehokkuudesta (Hyvönen ym. 2020). Viljojen typenkäyttöä voi tehostaa tarpeenmukaisella lannoittamisella sekä jakamalla typpilannoituksen kahteen tai kolmeen lannoituskertaan kasvukaudessa.

#### 4.2.7. Vihannesviljelyn aiheuttama ravinnekuormitus

Kasvisten tuotannon rehevöittävästä vaikutuksesta on vähän mitattua tietoa pohjoisista oloista. Tiedetään kuitenkin, että esimerkiksi vihannesviljelylohkoilla maan fosforipitoisuus voi olla varsin korkea ja viljelymaiden fosforipitoisuuden noustessa liukoisen fosforin huuhtouma kasvaa (esim. Suojala-Ahlfors ym. 2021). Vesistökuormituksen hallinnan keskeisimpiä keinoja vihannesviljelyssä ovat tarpeenmukainen lannoitus ja sen oikea ajoittaminen, maan rakenteen ja vesitalouden kohentaminen sekä peltojen talviaikaisen kasvipeitteisyyden lisääminen. Myös kasvihuoneista saattaa päätyä runsaasti ravinteita lähivesiin ja pohjaveteen, jos valumavesiä ei käsitellä vedenpuhdistamossa (Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristö 2023).

### 4.3. Biodiversiteetti on monitahoinen ilmiö – maatalous vaikuttaa siihen monin tavoin

*Terho Hyvönen ja Elina Karimaa*

Biodiversiteetti eli luonnon monimuotoisuus on monitahoinen ilmiö, joka ilmenee eri tasoilla geneettisestä monimuotoisuudesta lajien, luontotyyppien ja ekosysteemien monimuotoisuuteen. Biodiversiteettikato eli biodiversiteetin nopea väheneminen on globaali ekologinen ongelma, joka uhkaa horjuttaa maapallon ekosysteemien toimivuutta ja ekosysteemipalveluiden tuotantoa eri puolilla maailmaa. Esimerkiksi pölyttäjäkadolla voi olla suora vaikutus hedelmien ja marjojen tuotantoon. Yleisellä tasolla ajatellen biodiversiteetin väheneminen johtuu useiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta. Maailmanlaajuisesti merkittävimmiksi biodiversiteettikadon aiheuttajiksi on tunnistettu muutokset maan ja merien käytössä, lajien liiallinen käyttö (kuten ylikalastus), ilmastonmuutos, saastuminen ja haitalliset vieraslajit (IPBES 2019a,b). Näiden suorien luontokadon syiden taustalla vaikuttavat erilaiset yhteiskuntien toimintaan ja arvoihin kytkeytyvät tekijät, kuten tuotanto- ja kulutuskäytännöt, väestönkasvu, kaupungistuminen, teknologinen kehitys ja poliittiset päätökset (IPBES 2019a,b).

Suomessa merkittävimmäksi biodiversiteetin hupenemista aiheuttavaksi taustavoimaksi on arvioitu talouden ja väestön kasvusta johtuva luonnonvarojen lisääntyvä kulutus. Luonnon monimuotoisuuteen kohdistuvista suorista paineista on Suomessa tunnistettu tärkeimmiksi metsä- ja maatalous, rakentaminen, saastuminen sekä ilmastonmuutos (Auvinen ym. 2020). Ilmastonmuutoksen roolin luontokadon aiheuttajana arvioidaan kasvavan merkittävästi tulevaisuudessa niin Suomessa kuin globaalisti (Kontula & Raunio 2018, Hyvärinen ym. 2019, Pereira ym. 2024).

Maatalouden biodiversiteettivaikutuksia tarkasteltaessa ovat erityisesti maankäytön vaikutukset keskeisessä roolissa. Maatalous aiheuttaa alkuperäisluonnon biodiversiteettikatoa varsinkin silloin, kun metsää raivataan maatalouden käyttöön pelloiksi tai karjankasvatukseen (Kyttä ym. 2023a). Suomen kokonaispeltopinta-ala (noin 2,3 milj. ha) on pysynyt melko muuttumattoman vuosikymmeniä, vaikka jonkun verran uutta peltoa on raivattu 2000-luvullakin (esim. 95 000 ha vuosina 2000–2009) (Niskanen & Lehtonen 2014). Toisaalta maatalous on aiemmin luonut lajirikkaita elinympäristöjä, kuten niittyjä. Maatalous- ja kulttuuriympäristöt ovat tärkeitä elinympäristöjä uhanalaisille lajeille, erityisesti mesipistiäisille ja päiväperhosille, joiden uhanalaisista lajeista suurin osa (82 % ja 49 %) tavataan näistä elinympäristöistä ([Punaisen kirjan verkkopalvelu \(laji.fi\)](#)). Suomen uhanalaisista lajeista noin neljännes elää tyypillisesti maatalouden perinnebiotoopeilla. Perinteisen karjatalouden loppumisen ja maatalouden tehostumisen myötä perinnebiotooppien määrä on romahtanut murto-osaan viimeisen noin sadan

vuoden aikana ja erityisesti 1960-luvulta alkaen, mikä on johtanut myös niistä riippuvaisten lajien uhanalaistumiseen. Nykyisin kaikki Suomen perinnebiotooppityypit on luokiteltu äärimmäisen tai erittäin uhanalaisiksi elinympäristöiksi (Kontula & Raunio 2018).

Maatalouden maankäytön ja viljelykäytäntöjen tehostuminen ovat vaikuttaneet luonnon monimuotoisuuteen myös monilla muilla tavoilla kuin perinneympäristöjen määrää vähentämällä. Esimerkiksi viljelykasvien yksipuolinen viljely sekä ojien ja pientareiden määrän vähentäminen salaojituksien myötä ovat vaikuttaneet haitallisesti eliölajien monimuotoisuuteen yksipuolistamalla elinympäristöjä ja vähentämällä niiden kirjoa (Aakkula & Leppänen 2014). Karjatalouden keskittyminen Itä-Suomeen ja Pohjanmaalle on vähentänyt viljelykiertojen monimuotoisuutta Etelä- ja Lounais-Suomessa. Kasvinsuojeluaineiden käyttö on Suomessa kansainvälisesti vertailtuna melko vähäistä, mutta joitakin haitallisia vaikutuksia näillä on kuitenkin havaittu. Rikkakasvien torjunta-aineet vähentävät kasvien lajirikkautta ja etenkin niiden runsautta suomalaisilla pelloilla (Hyvönen & Salonen 2002, Salonen ym. 2023), mikä taas vaikuttaa haitallisesti näitä kasveja ravintonaan käyttäviin eliöihin, kuten pölyttäjiin (Hyvönen & Huusela-Veistola 2008). Kasvinsuojeluaineiden suorista vaikutuksista muihin eliöryhmiin kuin kasveihin on Suomesta vain vähän tutkimusnäyttöä (Iivonen ym. 2023).

Maatalousympäristön lajistoon vaikuttaa viljelytoimenpiteiden lisäksi ympäröivien alueiden elinympäristöjen monimuotoisuus ja maisemarakenne (Aakkula & Leppänen 2014, Toivonen ym. 2022). Maatalousmaiden monimuotoisuutta voidaan lisätä mm. monipuolistamalla viljelykiertoja ja viljelykasvivalikoimaa, lisäämällä viherkesantojen, luonnonhoitopeltojen sekä erilaisten puoliluonnontilaisten alueiden, kuten niittyjen ja pientareiden, määrää sekä vähentämällä kemiallisten kasvinsuojeluaineiden käyttöä (Aakkula & Leppänen 2014, Toivonen ym. 2022).

Maatalouden ympäristöpolitiikalla on pyritty kompensoimaan maatalouden muutosten aiheuttamia haittoja lajiston monimuotoisuudelle. Näitä toimenpiteitä ovat muun muassa kesantomaisten kasvustojen, kuten luonnonhoitonurmien, suosiminen, jolla yritetään kompensoida niittyalan vähenemistä (Hyvönen ym. 2020). Pitkäaikaiset, kuiville kivennäismaille perustetut luonnonhoitonurmet voivat olla lajistoltaan hyvin monimuotoisia (Toivonen ym. 2022), jolloin ne muistuttavat kuivia niittyjä ja ketoja, ja voivat siten osaltaan kompensoida näiden uhanalaistuneiden elinympäristöjen katoa. Maatalouden ympäristötuilla tuetaan myös perinnebiotooppien ja muiden lajistoltaan arvokkaiden kohteiden hoitoa laiduntamalla ja niittämällä. Perinteiset luonnonlaitumet ovat nurmen käyttömuodoista biodiversiteetin kannalta arvokkaimpia, sillä niillä esiintyy paljon uhanalaisia lajeja (Pykälä 2007, Hyvärinen ym. 2019). Biodiversiteetin kannalta on sitä edullisempää mitä useampia eläinlajeja laidunnetaan, sillä eri eläinlajien laidunecosysteemit poikkeavat toisistaan. Merkittävä kysymys biodiversiteettivaikutusten kannalta on, säilyykö laidunnus jatkossa, jos kotieläimet vähenevät.

Karjatalouteen liittyy myös nurmen viljely. Kaikki nurmikasvustot eivät edistä lajiston monimuotoisuutta samalla tavalla. Maanpäällisen lajiston monimuotoisuuden näkökulmasta säännöllisesti uudistettavat ja kasvukauden aikana usein niitettävät säilörehunurmet ovat varsin yksipuolisia (Tiainen ym. 2020). Niiden nurmikasvusto koostuu voimakkaasti kilpailevista heinistä, jotka estävät siemenpankista taimettuvien ruohojen menestymisen. Usein toistuva niitto puolestaan estää taimettuneiden, pölyttäjähyönteisiä houkuttelevien ruohojen kukkimisen, jolloin nurmet eivät vedä puoleensa päiväperhosia tai mesipistiäisiä. Kovakuoriais- ja hämähäkilajeille monivuotiset nurmet tarjoavat elinympäristön ja talvehtimissuojaa.

Maaperän diversiteetille yksipuolinenkin nurmi on hyödyllinen, koska se kerryttää hiiltä ja sitä muokataan harvoin. Hiilen kertyminen edistää maaperän mikrobiston monimuotoisuutta (Peltoniemi ym. 2021). Muokkaamattomuus puolestaan edistää lierojen elinmahdollisuuksia, koska niiden käytävät pysyvät ehjinä (Nieminen ym. 2011). Hyönteisiä syöville lintulajeille nurmi- ja karjatalousekosysteemit tarjoavat sekä ravintoa että pesäpaikkoja (Tiainen ym. 2020). Myös monet nisäkäslajit, kuten myyrät, rusakot ja hirvieläimet, hyötyvät nurmipelloista (Tiainen ym. 2020). Maisematasolla erilaiset nurmet lisäävät elinympäristöjen määrää yksipuolisessa viljavaltaisessa maatalousmaisemassa. Nurmituotannon monimuotoisuusvaikutuksia voitaisiin edistää lisäämällä laidunnusta, jättämällä niittämättömiä ja lannoittamattomia pien-narkaistoja sekä sisällyttämällä hyönteispölytteisiä kasveja piennarkasvustoihin (Korpela ym. 2013).

Kun tarkastellaan maatalouden biodiversiteettivaikutuksia maankäyttöä ja maatalousympäristöjä laajemmin, nousevat keskeisiksi tekijöiksi maataloudesta aiheutuvat päästöt, kuten ilmasto- ja rehevöittävät päästöt (kappaleet 4.1–4.2). Maatalous, niin kuin muutkin yhteiskunnan toiminnot, aiheuttaa siis välillisesti biodiversiteetin katoa mm. edistämällä ilmastonmuutosta, rehevöittämällä vesistöjä sekä lisäämällä ympäristön kemikaalikuormaa (IPBES 2019a, Hyvärinen ym. 2019, Kontula & Raunio 2018).

Biodiversiteettivaikutusta mitataan useimmiten vaikutuksena lajimäärään, lajiston koostumukseen ja/tai sukupuuttoihin. Maatalouden biodiversiteettivaikutukselle ei ole helppoa määrittellä indikaattoreita, koska eliöryhmiä, lajeja ja elinympäristöjä on paljon ja niihin vaikuttavat useat eri tekijät, joiden vaikutus voi vaihdella eliöryhmien ja lajien välillä (esim. Lehikoinen ym. 2024). Biodiversiteettivaikutuksista pystytään tekemään yleistyksiä ainoastaan joidenkin paljon tutkittujen eliöryhmien, kuten kasvien ja lintujen, osalta. Biodiversiteetti-indikaattorien käyttöä rajoittaa usein riittävän seuranta- ja tutkimusaineistojen puute. Esimerkiksi Suomen pölyttäjälajiston seurantaa on pidemmällä aikavälillä toteutettu vain päivä- ja yöperhosilla, joilla on havaittu lievästi laskeva kannankehitystrendi. Viljelysmaiden linnut ja hyönteiset, erityisesti pölyttäjät, ovat maatalousekosysteemien terveyden keskeisiä indikaattoreita. Suomessa käytettyjä maatalouslajiston monimuotoisuuden indikaattoreita ovat maatalousympäristön lintupopulaatioindeksi ([Maatalousympäristöjen lintupopulaatiot | Luonnonvarakeskus](#)) sekä päiväperhosten kannan kehitys ([Maatalousympäristöjen päiväperhosten kannan kehitys | Luonnonvarakeskus](#)). Luontoarvoiltaan arvokkaiden maatalousalueiden (HNV-maatalousmaan) määrä ja osuus -indikaattori ([Luontoarvoiltaan arvokkaiden maatalousalueiden osuus | Luonnonvarakeskus](#)) kuvaa lajistolle arvokkaiden elinympäristöjen määrän muutoksia.

## 4.4. Maataloustuotannon kestävä tehostaminen on mahdollista

*Hanna Karikallio, Pirjo Peltonen-Sainio ja Lauri Jauhiainen*

### 4.4.1. Kasvintuotannon kestävä tehostaminen

Maatalouskäytännöissä on tapahtunut monia samanaikaisia muutoksia, joita ovat ohjanneet hinnat, tuet ja muut kannustimet (ml. ympäristökorvausjärjestelmä). Nämä muutokset ovat osaltaan johtaneet, yhdessä vähentyneen ravinteiden ja muiden panosten käytön kanssa, satoisuuskehityksen hiipumiseen. Joillakin viljelykasveilla, kuten rypsilä, ne ovat johtaneet jopa keskisatojen laskuun, sekä sadon laadun heikkenemiseen (Peltonen-Sainio ym. 2007, 2015, 2016a). Viime vuosina myös ankarat kuivuusjaksot ovat toistuvasti haastaneet onnistumisia (Peltonen-Sainio ym. 2021). Keskimääräinen muutos ei kuitenkaan kerro koko totuutta, sillä

tilojen väliset erot sadon- ja laaduntuotossa ovat merkittäviä, samoin kuin toiminnan tavoitteellisuudessa. Luomutuotannossa tilojen väliset erot korostuvat (Iivonen ym. 2024b).

Tuotannon kestävä tehostaminen on lähestymistapa, jolla tavoitellaan samanaikaisesti tuotantokyvyn kasvua, ympäristöhyötyjen saavuttamista sekä parempaa taloudellista kannattavuutta (Soussana ym. 2012). Sen peruserä on, että viljely ja tuotantopanosten käyttö kohdennetaan vastekyvyn mukaisesti tilan parhaimmille lohkoille, huomioiden lohkon todellinen tuotantokyky (Peltonen-Sainio ym. 2019a). Näille lohkoille kohdennetaan myös laajasti toimenpiteitä, joilla voidaan ylläpitää ja parantaa kasvukuntoa. Vastaavasti panoksia vähennetään heikkotuottoisilla, ominaisuuksiltaan epäedullisilla lohkoilla tai ne siirretään pois ruoantuotannosta, jolloin on yleensä tavoitteena lisätä myös maatalousympäristön monimuotoisuutta. Laajaperäisessä viljelyssä olevat lohkot säilyvät peltoreservinä ja ne voidaan tarvittaessa siirtää takaisin ruoantuotantoon perusparannuksen jälkeen tai kun niiden ongelmat ovat muuten ratkaistu.

Suomalaiset pellot ovat varsin vaihtelevia ominaisuuksiltaan. Lohkon tuotantokyky, koko, etäisyys tilakeskuksesta ja maalaji sekä ylipäätään tilan logistiikkaa parantavat tekijät ovat viljelijöiden itsensä eniten arvostamia ajatellen pellon käyttöä (Peltonen-Sainio ym. 2019). Myös lohkon muodolla, kaltevuudella ja omistajuudella on merkitystä viljelypäätöstä tehtäessä. Suomessa edennyt tilakoon kasvu (ml. pellonvuokraus) muovaa käytössä olevan peltopääoman ominaisuuskirjoa. Lohkojen etäisyys tilakeskuksesta ja erot lohko-ominaisuuksissa usein kasvavat, kun ominaisuuksiltaan erikoiskasveille soveltuvaa peltoa on enemmän, mutta samalla edellytykset viljelyn monimuotoistamiselle paranevat (Peltonen-Sainio ym. 2017, Peltonen-Sainio & Jauhiainen 2019). Tämä mahdollistaa riittävän suuret kasvilajikohtaiset tuotantomäärät, monipuolisemmat viljelykierrot ja logistiset edut.

Pellon käyttö on monipuolistunut merkittävästi erityisesti 2010-luvulta lähtien tilakoon kasvun tukemana. Ilmaston lämpeneminen on kuitenkin avaintekijä, joka on mahdollistanut ja jopa kannustanut maankäyttömuutoksiin. Esimerkiksi öljy- ja palkokasvien sekä kevät- ja syysvehnän viljely on laajentunut niiden alkuperäisillä tuotantoalueilla samaan aikaan, kun viljely on siirtynyt yhä pohjoisemmaksi (Peltonen-Sainio & Jauhiainen 2020, 2024). Tyypeä sitovien palkokasvien alan kasvu tukee kiertotaloutta parantamalla tilan typpiomavaraisuutta. Niiden viljely lisää kansallista kasviperäisen valkuaisen omavaraisuutta käytettiin sato sitten eläinten rehuna tai suoraan ihmisravinnoksi (Peltonen-Sainio ym. 2012, 2024). Talvehtivien sato- ja välikasvien käyttöönotto parantavat niin maan rakennetta ja kasvukuntoa kuin ilmasto- ja ympäristökestävyyttä (Peltonen-Sainio ym. 2016b, 2023).

Alueellisen maisemamonimuotoisuuden lisääminen käyttämällä monipuolista viljelykasvilajistoa, maanpeite- ja välikasveja sekä laji- ja lajikeseoksia – yhtäaikaaisesti ajallisesti monimuotoisten viljelykiertojen kanssa – on kestävä (tuotannollinen, taloudellinen, ympäristöllinen ja ilmastollinen) ja ruokaturvaa moniulotteisesti tukeva toimenpidekokonaisuus. Siksi se on myös kestävä tehostamisen keskiössä. Yleisen satoisuuskehityksen tukemisen ohella monimuotoisuutta voidaan pitää luontopohjaisena ratkaisuna tavoiteltaessa parempaa resilienssiä voimistuvaa kuivuutta vastaan, jota voidaan tulevaisuudessa tarvittaessa tukea myös kastelujärjestelmin.

#### 4.4.2. Nautakarjatuotannon kestävä tehostaminen

*Maria Leino, Marketta Rinne & Sanna Hietala*

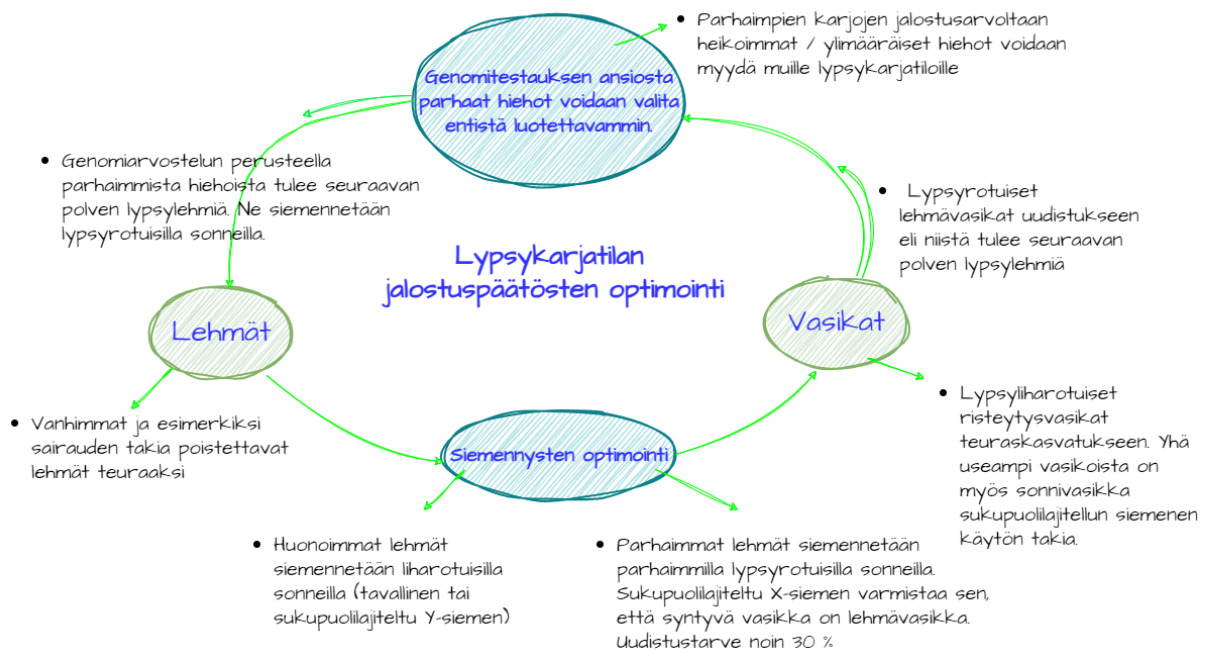
Jo kauan sitten havaittiin, että vanhempaiseläimiä valitsemalla eläinten ilmiä voidaan muuttaa ja että vaikutukset ovat pysyviä ja kumuloituvia, vaikkei taustalla olevia genetiikan lainalaisuuksia tunneta (Mäki-Tanila 2023). Nykyinen moderni kotieläinjalostus on parantanut tehokkaasti eläinten ominaisuuksia jo vuosikymmenten ajan. Sikojen ja siipikarjan jalostus on länsimaissa pitkälti monikansallisten yritysten hallussa, kun taas lypsy- ja lihakarjan jalostusta ovat harjoittaneet tuottajien omistamat osuuskunnat tai rotuyhdistykset. Järjestäytyneen jalostuksen alettua pääpaino keskittyi useimmissa populaatioissa vahvasti kotieläinten tuotoksen, ulkonäön ja rakenteen parantamiseen. Tuotosominaisuuksia ovat mm. kasvunopeus, pahnuekoko, munien määrä ja maitotuotos. Useimmat tuotosominaisuudet ovat perinnöllisesti epäedullisesti yhteydessä hedelmällisyyteen ja terveyteen. Jos näitä ominaisuuksia ei huomioida samanaikaisesti tuotosominaisuuksia jalostettaessa, kotieläinten terveys ja hedelmällisyys heikkenevät (Juga ym. 1999). Yhä useammat maat ja niiden jalostusorganisaatiot ovat havahtuneet eläinten kokonaisvaltaisen jalostuksen tärkeyteen, sillä edistymisen tuotosominaisuuksien jalostuksessa on ollut nopeaa ja se on entisestään kiihtynyt genomista saatavan tiedon hyödyntämisen myötä. Niinpä jalostuksen painopiste länsimaissa on siirtymässä kaikilla kotieläimillä tuotoksesta ominaisuuksiin, jotka parantavat eläinten ns. käyttöominaisuuksia, terveyttä, hedelmällisyyttä ja kestävyttä, jotka ovat puolestaan yhteydessä eläinten hyvinvointiin (mm. Finocchiaro ym. 2024).

Pohjoismainen lypsykarjapopulaatio on perinnölliseltä tasoltaan jo erittäin korkeatasoinen ja esimerkiksi ayrshire-rotu on kansainvälisen lypsyrotuisten sonnien jalostusarvosteluvertailun perusteella maailman kärjessä (Leino ym. 2023a). Pohjoismainen lypsyrotuisten lehmien jalostusarvostelu on jo vuosikymmeniä perustunut maailmanlaajuisesti poikkeukselliseen kokonaisvaltaiseen jalostukseen (Finocchiaro ym. 2024, Mäki-Tanila ym. 2023). Lypsylehmiltä on kerätty tietoja tuotoksen, maidon solupitoisuuden sekä rakenteen lisäksi niiden terveydestä sekä hedelmällisyydestä. Tämä on mahdollistanut sekä eläinten paremman hoidon että näiden tietojen käyttämisen jalostusarvosteluun. Pohjoismaissa jalostuksen kohteena on yli 90 eri ominaisuutta, joita painotetaan niiden taloudellisen arvon perusteella (NAV 2024a,b). Kokonaisvaltaisen jalostusohjelman ansiosta eläimiä jalostetaan siten, että myös niiden terveyden ja hyvinvointiin vaikuttavat ominaisuudet, kestävyys sekä ympäristökestävyyteen vaikuttavat ominaisuudet on huomioitu. Tavoitteena on lehmä, joka on pitkäikäinen, runsastuottoinen, ei liian suuri kooltaan, rehunsa tehokkaasti hyödyntävä, säännöllisesti poikiva ja terve. Tällöin se on myös ympäristökestävyydeltään hyvä (Strandén ym. 2022).

Vuonna 2008 käyttöön otettu pohjoismainen kokonaisjalostusarvo (NTM) sekä 2000-luvun alkupuolella käyttöön otettu genomivalinta ovat selvästi parantaneet tuottajien mahdollisuuksia jalostaa korkeatasoisia lypsylehmiä (Pösö 2024, Savoia ym. 2022, VanRaden 2020). Genomivalinnan, liharotusiemennysten ja sukupuolilajittelun siemenen käytön sekä tilakoon kasvun myötä lypsykarjatilojen eläinten valinta ja jalostuspäätökset on mahdollista tehdä aiempaa selvästi täsmällisemmin.

Karjakoon kasvun ja genomivalinnan myötä eläinten valinta on täsmentynyt (Kuva 18, Tauren 2023). Aiemmin lähes kaikki lehmien siemennykset tehtiin lypsyroduilla. Nykyisin liharotusiemennyksien osuus on 31 % siemennyksistä ja osuus nousee edelleen (Tauren, Faba Osk, henkilökohtainen tiedonanto, 2024). Uudistukseen tarvittavien parhaimpien eläinten (hiehot,

lehmät) siemennykset tehdään enenevässä määrin sukupuolilajitellulla lypsyrotuisella X-siemenellä. Näin voidaan varmistaa, että syntyvä jälkeläinen on lehmävasikka ja siten tuleva lypsylehmä. Sukupuolilajitellun lypsyrotusiemenen osuus on tällä hetkellä 12 % (Tauren, Faba Osk, henkilökohtainen tiedonanto, 2024), mutta se voi nousta jopa 34 prosenttiin kaikista siemennyksistä (Martikainen 2018). Lypsylehmät ja hiehot, joista ei haluta vasikoita lypsylehmäkannan uudistukseen, siemennetään enenevässä määrin liharotuisella siemenellä (normaali tai sukupuolilajiteltu Y, Lohenoja 2021). Maksimissaan noin 66 % kaikista siemennyksistä voidaan tehdä liharoduilla (Martikainen 2018). Tulevaisuudessa lypsykarjataloudesta tulevat teuraaksi kasvatettavat eläimet ovatkin lypsy- ja liharotuisten eläinten risteytyksiä. Tämän ansiosta niiden kasvunopeus on suurempi, teuraiden koko suurempi (sonneilla noin 40 kg ja hiehoilla noin 20 kg suurempi teurassaanto) ja ruhojen luokittuminen puhtaita maitorotuisia parempi (Hassinen 2023, Huuskonen ym. 2014). Nopeampi kasvu teuraspainoon pienentää ympäristövaikutuksia, koska ylläpitoenergian ja ravintoaineiden tarve pienenee. Ensimmäisen polven risteytyseläinten elinvoimaominaisuudet ovat myös parempia kuin puhtasrotuisten eläinten, mikä näkyy mm. kasvunopeudessa ja parempana terveytenä vähentäen ennenaikaisten poistojen määrää (Cundiff 1970, Dillard ym. 1980, Mäki-Tanila 2007, Sørensen ym. 2008, Huuskonen ym. 2014, Pesonen 2020).



**Kuva 13.** Genomivalinnan, liharotusiemennysten ja sukupuolilajitellun siemenen käytön sekä tilakoon kasvun myötä lypsykarjatiljojen eläinten valinta ja jalostuspäätökset on mahdollista tehdä aiempaa selvästi täsmällisemmin.

Viime vuosikymmeninä tutkijat ovat keskittyneet myös selvittämään, miten lypsykarjan metaanipäästöjä voidaan pienentää jalostuksella (Negussie ym. 2017, Guinguina ym. 2020a). Metaanituotannon suora vähentäminen jalostuksella johtaisi todennäköisesti siihen, että lehmien pötsin koko pienenesi, mikä ei ole toivottavaa. Metaania syntyy siksi, että märehittäjä pilkkoo pötsissään ihmiselle käyttökelvottomia rehuja, pääasiassa nurmirehuja, ravintoaineiksi (Huhtanen 2024a). Nykyiset pohjoismaiset jalostustavoitteet vähentävät epäsuorasti lehmien metaanipäästöjä parantaessaan lehmien kestävyttä, tuotosta, terveyttä ja hedelmällisyyttä. Yksi keskeinen uusi ominaisuus, johon huomio Pohjoismaissa on kiinnittynyt, on rehunkäyttökyvyn jalostaminen (Mehtiö ym. 2021). Lehmien välillä on selkeitä eroja rehujen hyödyntämisen

biologisessa tehokkuudessa (Guinguina ym. 2020b). Rehukulut muodostavat noin puolet maitotilojen muuttuvista kustannuksista (Huhtanen 2024b), joten rehunsa tehokkaammin hyödyntävät lehmät vähentävät tuottajien kustannuksia. Samalla rehunsa tehokkaasti hyödyntävien lehmien metaanintuotanto energiakorjattua maitokiloa kohti on selvästi pienempi. Tutkimuksissa erot ovat olleet 12–24 % mittaustavasta riippuen (Guinguina ym. 2020b, Huhtanen 2024b).

Lypsylehmien maitotuotos on kolminkertaistunut 1960-luvulta 2020-luvulle eläinjalostuksen ja tehostuneen ravitsemuksen vaikutuksesta. Kun lypsylehmien koko ei ole kasvanut samaan tahtiin tuotoksen kanssa, niiden lisääntynyt ravintoaineiden tarve on edellyttänyt, että dieetin energiapitoisuus on lisääntynyt. Tämä on viime vuosiin asti saavutettu käyttämällä enemmän viljaa ja vähemmän nurmirehua lypsylehmien dieetin koostamisessa. Samalla on hyödynnetty yhä vähemmän märehelijän mahdollisuuksia muuntaa ihmisille kelpaamatonta ravintoa ihmisille kelpaaviksi eläintuotteiksi, maidoksi ja lihaksi. Tämä kehitys on ollut enemmän viljan edullisen hinnan seurausta, kuin eläinten fysiologisista tarpeista nouseva välttämättömyys. Kun lehmien ruokinnassa käytetään vain elintarviketeollisuuden sivutuotteita ja nurmirehua, ne tuottavat 2–3 kertaa enemmän ihmisravinnoksi kelpavaa valkuaista, kuin ne itse kuluttavat (Karlsson ym. 2018). Yhtenä suomalaisen maidon- ja naudanlihantuotannon tavoitteena voisikin olla ihmisravinnon muuntosuhteen maksimointi, jonka seurauksena märehelijät syövät mahdollisimman vähän sellaista ravintoa, jota ihmiset voisivat käyttää suoraan omaksi ravinnokseen.

Naudanlihatuotannon ympäristötehokkuutta on pyritty parantamaan mm. optimoimalla kasvatusvaiheen rehuannoksen väkirehupitoisuutta (Hietala ym. 2018, Huuskonen 2023, Manni ym. 2023) sekä valitsemalla emolehmätuotantoon geneettisiltä ominaisuuksiltaan parhaita yksilöitä (Hietala ym. 2023). Ruokavalioiden tarkasteluissa havaittiin, että rehuannoksien karkearehupitoisuuden lisääminen hidasti kasvua, josta aiheutuva lisäkuormitus kumosi rehukasvien viljelystä saavutetut päästövähennykset (Huuskonen 2023, Manni ym. 2023). Teurasominaisuuksien jalostuksella puolestaan havaittiin olevan jopa 15 % ilmastovaikutuksia pienentävä vaikutus kasvatusvaiheessa ja yhdessä pitkäikäisten, hyvin tuottavien emojen kanssa jalostusarvosteluiltaan parhaat jälkeläiset pienensivät naudanlihakilon ilmastovaikutusta 11–12 % suhteessa heikoimmat arvostelut saaneisiin (Leino ym. 2023b). Kaikkien kolmen tarkastellun ympäristövaikutusluokan (ilmasto-, rehevöitymis- ja happamoitumisvaikutus) kuormitus pieni, kun jalostusarvosteluiltaan parhaat jälkeläiset ja hyvätuottoiset emot valittiin tuotantoon heikkotuottoisimpien sijaan. Rehevöittävät vaikutukset pienenevät 18–19 % ja happamoittavat 22–23 %.

Lypsykarjalla tehdyssä tutkimuksessa selvitetty jalostusvasteiden tulokset sovitettiin vastamaan 10 % tehokkuuden parantumista rehun syönnissä (kg ka per vrk), jolloin keskimääräinen rehun syönti (22 kg) pieneni -2,2 kg ja samalla saavutettiin -1,7 g/vrk vähentyminen metaanintuotannossa ja 0,3 kg/vrk kasvu maitotuotoksessa. Keskimääräisen maitotilan maitokilon ilmastovaikutukseksi saatiin n. 1,0 kg CO<sub>2</sub>-ekv. per kg RPKM ja parempaan rehutehokkuuteen tähtäävien jalostusvalintojen myötä saavutettiin 8 % pienempi ilmastovaikutus, 0,9 kg CO<sub>2</sub>-ekv. per kg RPKM (Hietala ym. 2022b, Mehtiö ym. 2023b). Tässä tarkastelussa nautojen ruoansulatuksessa muodostuva metaani vastasi 56–57 % maidon ilmastovaikutuksesta. Toiseksi suurin päästö aiheutui rehujen tuotannosta, joista muodostui yhteensä 30 % maidon ilmastovaikutuksesta.

Lypsylehmien rehuannoksen ja viljelymaan laadun vaikutuksia maidon ympäristövaikutuksiin on myös tutkittu (Hietala ym. 2023b, 2024b, 2025a, 2025b, Sairanen ym. 2024). Hietala ym. (2023b, 2024b, 2025a, 2025b) tutkimuksissa havaittiin palkokasvirehujen (apilanurmi ja härkäpapu) lisäämisen lypsylehmien rehuannokseen pienentävän maidon elinkaarista ilmastovaikutusta sekä tuotantoon liittyviä sosiaalisia riskejä. Palkokasveja sisältävät viljelykierrot pienensivät rehukasvien tuotannon päästöjä verrattuna ilman palkokasveja tuotettuun. Sosiaalisten riskien havaittiin pienenevän, kun tuontiraaka-aineita (rypsirouhe) korvattiin Suomessa tuotetuilla raaka-aineilla (Hietala ym. 2025a, 2025b). Hietala ym. (2025a, 2025b) tarkastelivat maidontuotannon osalta tyypillistä nurmisäilörehuun ja rypsiin perustuvaa ruokintaa sekä ruokintaa, jossa väkirehupitoisuus oli pienempi tai rypsi korvattiin palkokasveilla. Sekä vähennetty väkirehupitoisuus että rypsin korvaaminen härkäpavulla pienensivät maitotuotosta, aiheuttaen negatiivisen vaikutuksen tuotetun maidon ympäristövaikutuksiin. Hietala ym. (2025a, 2025b) vertasivat myös ruokintaa, jossa lisäksi puolet nurmisäilörehusta korvattiin nurmipalkokasvilla (apila). Tämä paransi syöntiä, tuotostasot olivat korkeammat kuin tyypillisellä ruokinnalla ja maitokilon ilmastovaikutus sekä rehevöittävät vaikutukset ja viljelyalan tarve pienenevät (Hietala ym. 2025a, 2025b).

Eläinten hyvinvoinnin ja jalostuksen tutkijoiden sekä muiden alan toimijoiden keskuudessa on käyty viime aikoina kansainvälisellä tasolla keskustelua<sup>1</sup> siitä, pitäisikö tuotantoeläinten tuotosominaisuuksille asettaa maksimi, jota ne eivät saa ylittää: maksimimäärä munia / vuosi, maksimikasvunopeus, maksimipahnuekoko, maksimimaitotuotos. Euroopan unionin direktiivin 98/58/EC mukaan ”Eläintä ei saa pitää tuotantoeläimenä, jollei sen perimän tai ilmiasun perusteella voida kohtuudella olettaa, että pitäminen ei vahingoita eläimen terveyttä tai hyvinvointia”. Kuitenkin tutkimukset ovat mm. osoittaneet, että munijakanoilla on varsin yleisesti rintalastan murtumia, mikä näyttäisi olevan yhteydessä kanojen kokoon, muninnan alkamisikään ja munien kokoon muninnan alkaessa (Thøfner ym. 2021), broilerin kasvunopeus aiheuttaa haasteita niiden kehon kestävyydelle (EFSA AHAW Panel 2022) ja porsaiden pahnuekoko voi ylittää emakon nisien määrän (Stevenson 2024). Lypsylehmien korkea maitotuotos taas kasvattaa aineenvaihduntasairauksien riskiä ja kaksoislihakkuutta aiheuttava tietty geenimuoto, joka esiintyy liharotuisella belgiansinisellä, johtaa siihen, ettei mm. normaali poikiminen useinkaan onnistu, jolloin turvaudutaan keisarinleikkauksiin (rotu ei ole Suomessa sallittu; Eduskunta 2022, MMM 2011). Tuotantoeläinten tuotantokapasiteetin maksimin asettaminen olisi linjassa EU:n lainsäädännön kanssa, eikä maksimien asettaminen saisi jäädä pelkästään EU-maiden vastuulle, vaan kattaa koko globaali kotieläintuotanto, niin etteivät jotkut maat hyödy muiden maiden tiukemmasta lainsäädännöstä. Jalostus on todistetusti vahva ja tehokas työkalu. Eläinjalostusta käyttäen on saatu suuri hyppäys jalostuksen kohteena olevissa ominaisuuksissa. Samaa työkalua voidaan käyttää kestävyiden ja hyvinvoinnin parantamiseen, kuten erityisesti pohjoismainen lypsykarjan jalostusohjelma todistaa. Tämä vaatii kuitenkin laajaa ja systemaattista tietojen keruuta sekä tieteellistä tietoa jalostettavien ominaisuuksien genetiikasta ja ominaisuuksien välisistä geneettisistä yhteyksistä.

<sup>1</sup> mm. EAAP 2024; EU:n Farm to fork –strategia; EU 2020

#### 4.4.3. Sivuvirtojen hyödyntäminen ja ravinteiden kierrätys

*Riina Muilu-Mäkelä*

Kiertotalous ja kestävä ruokajärjestelmä ovat avainasemassa ilmastonmuutoksen hillitsemisessä ja luonnonvarojen ylikulutuksen vähentämisessä. Kiertotaloudessa pyritään minimoimaan jätteen synty ja hyödyntämään kaikki materiaalivirrat mahdollisimman tehokkaasti. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että elintarvikeketjussa syntyvä biojäte hyödynnetään kompostina, biokaasuna tai ravinteiden lähteenä sen sijaan, että se päätyisi kaatopaikalle (Rai ym. 2025). Samalla suositaan uusiutuvia raaka-aineita ja pyritään pidentämään tuotteiden elinkaarta.

Kestävä ruokajärjestelmä rakentuu ekologisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti kestävälle tuotannolle ja kulutukselle (Ruokavirasto 2024). Se sisältää muun muassa kasvipohjaisen ruokavalion suosimista, lähiruoan tukemista ja ruokahävikin vähentämistä. Kun kiertotalous ja kestävä ruokajärjestelmä yhdistetään, syntyy kokonaisuus, jossa ruoka tuotetaan vastuullisesti, kulutetaan viisaasti ja jätteet kierrätetään tehokkaasti. Näin turvataan ravinnon saatavuus myös tulevaisuudessa ja suojellaan ympäristöä.

Keskeinen osa tätä järjestelmää ovat kierrätysravinteet, kuten typpi ja fosfori, jotka otetaan talteen jätevesistä, biojätteistä tai eläinten lannasta ja palautetaan takaisin maatalouteen. Tämä sulkee ravinnekierron ja vähentää riippuvuutta fossiilisista tai kaivannaisperäisistä lannoitteista (Lemola ym. 2023).

Suomessa kehitetyt teknologiat mahdollistavat lietteen käsittelyn siten, että siitä saadaan turvallista ja ravinteikasta lannoitetta pelloille (Kaljunen ym. 2021, Kallioinen ym. 2020, Tampio ym. 2028). Tämä vähentää vesistöjen ravinnekuormitusta ja parantaa maaperän rakennetta. Biojätteistä ja maatalouden sivuvirroista tuotetaan biokaasua, joka toimii uusiutuvana energianlähteenä. Prosessissa syntyvä mädäte sisältää arvokkaita ravinteita, joita voidaan hyödyntää lannoitteena (Luostarinen ym. 2021). Luomutiloilla eläinten lanta käytetään peltoviljelyssä, ja kasvien jäännökset palautetaan maaperään. Tämä vähentää keinolannoitteiden tarvetta ja tukee maaperän terveyttä. Sekä maatalouden, että metsäteollisuuden sivuvirroista kehitetään uusia kasvualustoja ja maanparannusratkaisuja tukemaan kasvien ja maaperän terveyttä (Reskola 2021). Energiaturpeen noston alasajo on nostanut myös kasvuturpeen hintaa ja siksi korvaavia materiaaleja kasvien kasvatukseen tarvitaan kiireesti.

Biomassoja voidaan käsitellä vaihteittain niin, että niistä erotellaan eri jakeita kuten kuituja, sokeriyhdisteitä, polymeerejä ja arvokemikaaleja. Lopuksi jäännökset voidaan hyödyntää energiantuotannossa, biohiilen valmistuksessa ja ravinteiden palauttamisessa maaperään (Jyske ym. 2023, Muilu-Mäkelä ym. 2024).

Esimerkiksi nurmi, joka on edellytys maidon ja lihan tuotannolle eli on märehäntijöiden keskeistä ravintoa, voi tulevaisuudessa toimia aivan uudenlaisten arvoketjujen lähtömateriaalina. Nurmesta on mahdollista erottaa proteiinipitoista rehua myös yksimahaisten eläinten ruuaksi (Andrade ym. 2024). Nurmen kuidut voidaan hyödyntää erilaisissa biomateriaaleissa, kuten pakkauksissa tai eritelevyissä ja tärkkelyspitoinen jae voidaan hyödyntää fermentaatioprosesseissa ja solumaataloudessa hiilen lähteenä. Monet muutkin ruuantuotannosta yli jäävät biomassat soveltuvat kaskadiprosessointiin ja erilaisten biotalouden prosessien raaka-aineiksi. Siirtyminen fossiilitaloudesta kohti biopohjaisia tuotteita tulee lisäämään erilaisten biomassojen käyttöä ja tarvetta polymeerien lähteenä.

## 4.5. Kalatalouteen liittyy mahdollisuuksia ja haasteita

*Kaija Saarni*

Kala tuottaa tehokkaasti eläinproteiinia. Se on vaihtolämpöinen eikä tuhlaa energiaa lämmön säätelyyn. Kalastuksessa hyödynnetään kalakannan uudistuvaa osaa, eli vuosittaista lisäkasvua. Kalastus vaikuttaa ympäröivään elinympäristöön, mutta sen vaikutus jää vähäiseksi verrattuna maanpäälliseen ruuantuotantoon, jossa tuotantoalaa voimakkaasti muokkaamalla kavennetaan ympäristön monimuotoisuutta.

Kalansaaliit ovat viime vuosikymmeninä säilyneet vakaina ja maailman kalantuotannon kasvu on jo pitkään perustunut vesiviljelyn kasvuun. Monien kehitysharppauksien ansiosta vesiviljely on jo vuosia ollut maailman nopeimmin kasvava ruuantuotantomuoto (FAO 2024a).

Pääosa Suomessa kulutetusta kalasta on ulkomailta tuotua. Kaikesta kaupallisesta kalasta noin 80 prosenttia on tuotua. Tästä vajaa puolet on viljeltyjä lohikaloja, lähinnä lohta ja kirjo-lohta. Suomen oma viljelytuotanto kattaa runsaat 60 prosentti kotimaisen kaupallisen kalan kulutuksesta. Kaiken kaikkiaan lähes puolet Suomessa kulutetusta kalasta on viljeltyä lohikaloa (Luke 2024a).

Myös muissa Euroopan maissa viljellyn lohikalojen osuus kalan kulutuksesta on kasvanut (EU-MOFA 2024). Rehukehityksen, eläinjalostuksen ja tuotantoteknisten ratkaisujen ansiosta lohentuantotehokkuus on noussut pääviljelyalueella Norjassa. Tehokkuus on lisännyt myös tuotannon sosiaalista ja ekologista kestävyyttä. Vesiviljely on osoittautunut eläinproteiinin kestävimmäksi tuotantomuodoksi, kun maailman suurimmat liha-, meijeri- ja vesiviljely-yhtiöt arvioitiin YK:n kestävyystavoitteiden kriteerien perusteella. Kymmenen kestävimmän yrityksen joukossa oli kuusi lohenkasvatustyöstä vuonna 2023 (Coller FAIRR 2024). Norjan lohenviljelyn akuutti ongelma liittyy kalojen terveyteen ja hyvinvointiin. Luontaisesti suolaisissa vesissä esiintyvä kalatäi aiheuttaa viljelylaitoksissa massaesiintymisiä, mikä vaurioittaa kaloja ja aiheuttaa kalakuolemia. Tehokkaita kalatäin torjuntakeinoja on kehitetty, mutta läpimurtoa ei ole saavutettu (Ives ym. 2023).

Vuonna 2023 viljellyn kirjolohen tuotanto Suomessa oli noin 15 miljoonaa kiloa. Siitä riitti jokaiselle suomalaiselle vajaa kaksi kiloa kalaravintoa (Luke 2024a). Suurin osa kirjolohesta tuotetaan verkkokasseissa merialueilla. Kalanviljelyn aiheuttamat ravinnepäästöt ovat supistuneet viimeisen kolmenkymmen vuoden aikana: fosforin kokonaispäästö on laskenut 80 prosenttia ja typipkuormitus 60 prosenttia (Syke 2024). Kirjolohen geneettisen jalostuksen ja muun kehitystyön ansiosta kotimainen vesiviljely tuottaa tehokkaasti ravintoa: yhden kalakilon tuottamiseen käytettiin 1,06 kiloa rehua vuonna 2023 (Ympäristönsuojelun raportointipalvelu 2024). Nykyisin kalankasvatus vastaa 1–2 prosenttia vesistön kaikista ravinnepäästöistä (Syke 2024). Kalankasvatuksen synnyttämä ravinnekuormitus ei ole viime vuosina enää supistunut, vaan kalankasvatuksen ympäristövaikutuksia on pienennetty sijainninhjauksella. Tutkimustulosten mukaan kalankasvatuksen ravinnepäästöt voivat tehokkaasti laimentua hyvissä kasvatusolosuhteissa. Avoimilla alueilla ei kalankasvatustamon ympäristössä pystytty kasvattamon rehevöitävää vaikutusta havaitsemaan, eikä voimakkaat leväkukinnat esiintyneet laitoksen läheisyydessä, vaikka niitä esiintyi saman aikaisesti ulkomerellä (Kettunen ym. 2015, Kotamäki ym. 2021, Malve ym. 2021, Malve ym. 2023, Niukko & Kankainen 2021).

Verkkokassikasvatuksen rinnalla on viime vuosina kehitetty kasvatusveden kierrätykseen perustuvaa tuotantotekniikkaa. Vedenpuhdistusteknologian avulla kalankasvatuksen

ravinnekuormitusta voidaan vähentää tehokkaasti. Uuden tekniikan käyttöönotto on osoittautunut oletettua vaikeammaksi. Korkeiden tuotantokustannusten takia kannattavuus on jäänyt heikoksi (Setälä ym. 2024).

Silakka on Suomen tärkein saalislaji ja se on Itämeren suurin uudistuva luonnonvara. Lisäksi silakan kalastus poistaa vuosittain saaliskalojen mukana merkittävän määrän Itämeren rehevöittäviä ravinteita (Setälä ym. 2016). Silakan kalastuskiintiöt perustuvat kalakantojen tilan teolliseen arviointiin. Lähes kaikki suomalaisten silakan pyyntialusten kalastus on MSC-sertifioitua (SAKL 2024). Kalastuksessa saatavaa sivusaalista seurataan EU:n säädöksellä, jonka mukaisesti koko saalis on kalastuksen päätteeksi tuotava rantaan (Regulation 2019/1241).

Kalakannan rakenne ja markkinoiden kysyntä määrittelevät minne kala myydään. Nyt pääosa silakasta menee markkinatalouden ehdoin rehujen raaka-aineeksi tai elintarvikevientiin. Suurin osa kalajauhoteollisuuteen menevästä raaka-aineesta käytetään kotimaassa. Silakka on tärkeä raaka-aine ja pääosa Suomessa tuotetusta kalarehusta menee kotimaisten kalankasvatustyriyten tarpeeseen (Saarni ym. 2024). Silakan käyttö rehuraaka-aineena on edistänyt kiertotalouden soveltamista kalankasvatuksessa. Itämeren ravinteita kierrättämällä kalankasvatus on mahdollista muuttaa kuormitusneutraaliksi (Setälä ym. 2016).

Vain alle viisi prosenttia silakkasaaliista käytetään elintarvikkeena kotimaassa. Silakan kysyntää on heikentänyt kuluttajatottumusten muutokset sekä silakan vaihteleva saatavuus ja hinta (Saarni ym. 2024). Muikku on sisävesien parvikala, jonka tarjontaa ja kalastusta on pystytty kasvattamaan tehostuneen jalostusketjun ansiosta. Monen muun kalalajien kulutus jää pieneksi valtakunnallisella tasolla, mutta niillä on usein paikallista merkitystä (Luke 2024a). Viime vuosina on pyritty lisäämään kotimaisten kalalajien, etenkin vajaasti hyödynnettyjen särkikalojen käyttöä. Nykyistä laajempi hyödyntäminen lisää kalan käyttöä ja poistaa samalla vesistöihin jo joutuneita ravinteita ja luo elintilaa perinteisille arvokaloille.

## 5. Suomen ruoantuotannon erityispiirteitä kestävyuden näkökulmasta

Suomen maatalous ja ruoantuotanto tuottavat ruokaa ja juomaa sekä kotimaan tarpeisiin että vientiin. Maatalous ja ruoantuotanto ovat sopeutuneet pohjoisiin vaativiin ilmasto- ja maatalousolosuhteisiin, ja ne ovat keskeisiä osia kansallista identiteettiä, taloutta ja kokonaisturvallisuutta. Maatalous on tärkeässä roolissa Suomen pyrkiessä kohti kestävästä kehityksestä ja vihreän siirtymän tavoitteita. Myös sen rooli maaseudun elinvoimaisuuden tukemisessa on tärkeä. Samalla kun maatalous pyrkii vähentämään ympäristövaikutuksiaan, se kohtaa monia haasteita, kuten ilmastomuutoksen vaikutuksia, väestön ikääntymistä ja kansainvälistä kilpailua.

### 5.1. Lyhyt ja viileä kasvukausi rajoittaa monien kasvien satoa

*Virpi Vorne ja Merja Saarinen*

Suomen lyhyt ja viileä kasvukausi vaikuttaa merkittävästi viljelykasvien satotasoihin. Vaikka Suomessa viljellään runsaasti ohraa, kauraa ja vehnää, niiden hehtaarisadot jäävät pääosin alle Euroopan keskiarvon. Esimerkiksi tarkasteltaessa vuosien 2019–2023 keskimääräisiä satoja ohran satotaso Suomessa oli 3 514 kg/ha, kun Euroopan keskiarvo oli 3 994 kg/ha (FAOSTAT 2025). Vehnän ja öljykasvien satotasot ovat myös selvästi alempia kuin muualla Euroopassa (Taulukko 7).

Kaura on yksi harvoista viljakasveista, joiden satotaso Suomessa ylittää Euroopan keskiarvon. Tämä viittaa siihen, että kaura on hyvin sopeutunut Suomen viileään ilmastoon ja pitkään päivänvaloon. Kauran satotaso Suomessa oli 3 501 kg/ha, kun Euroopan keskiarvo oli 2 584 kg/ha.

Säilörehun tuotanto on Suomessa merkittävä osa maataloutta. Vuosina 2019–2023 kerättiin yhteensä yli 8,5 miljardia kiloa säilörehua, ja korjuuala oli 528 400 ha, mikä ylittää kaikkien viljakasvien viljelyalat (Luke 2025). Nurmi soveltuu viljelyyn pohjoisempaan kuin viljat, ja siitä saadaan useita satoja kesän aikana. Lisäksi nurmi parantaa maaperän rakennetta ja toimii hiilinieluna, mikä tekee siitä ekologisesti kestävästä vaihtoehdosta (Taulukko 7).

Monet avomaalla viljeltävät juurekset menestyvät Suomessa hyvin viileän ilmaston ja pitkän kesäpäivän ansiosta. Juureksista perunan, porkkanan ja nauriin satotasot ovat Suomessa keskimääräistä eurooppalaista korkeammat, mutta sokerijuurikkaan sato jää alle eurooppalaisen keskiarvon. Esimerkiksi peruna tuotti Suomessa satoa yli 5000 kg enemmän satoa hehtaarilta kuin keskimäärin Euroopassa. orkkanan ja nauriin satotaso Suomessa oli 43 991 kg/ha, kun Euroopan keskiarvo oli 37 443 kg/ha (Taulukko 7). Juuresten viljely hyötyy erityisesti Suomen pitkistä kesäpäivistä ja viileästä säästä, jotka edistävät juurten kasvua ja makua.

Suomessa hedelmien ja marjojen satotasot jäävät selvästi alle Euroopan keskiarvon (Taulukko 7). Tämä johtuu pääasiassa viileästä ilmastosta ja lyhyestä kasvukaudesta, jotka rajoittavat näiden kasvien kehitystä.

Kasvihuoneviljely on Suomessa erittäin kehittyneitä ja mahdollistaa huippusadot esimerkiksi tomaatille ja kurkulle. Tomaatin viiden vuoden keskimääräinen satotaso Suomessa oli 408 758 kg/ha, mikä ylitti moninkertaisesti Euroopan keskiarvon 55 264 kg/ha, Taulukko 7.

Kasvihuoneissa voidaan hallita lämpötilaa ja valotusta, mikä mahdollistaa ympärivuotisen tuotannon ja korkean laadun.

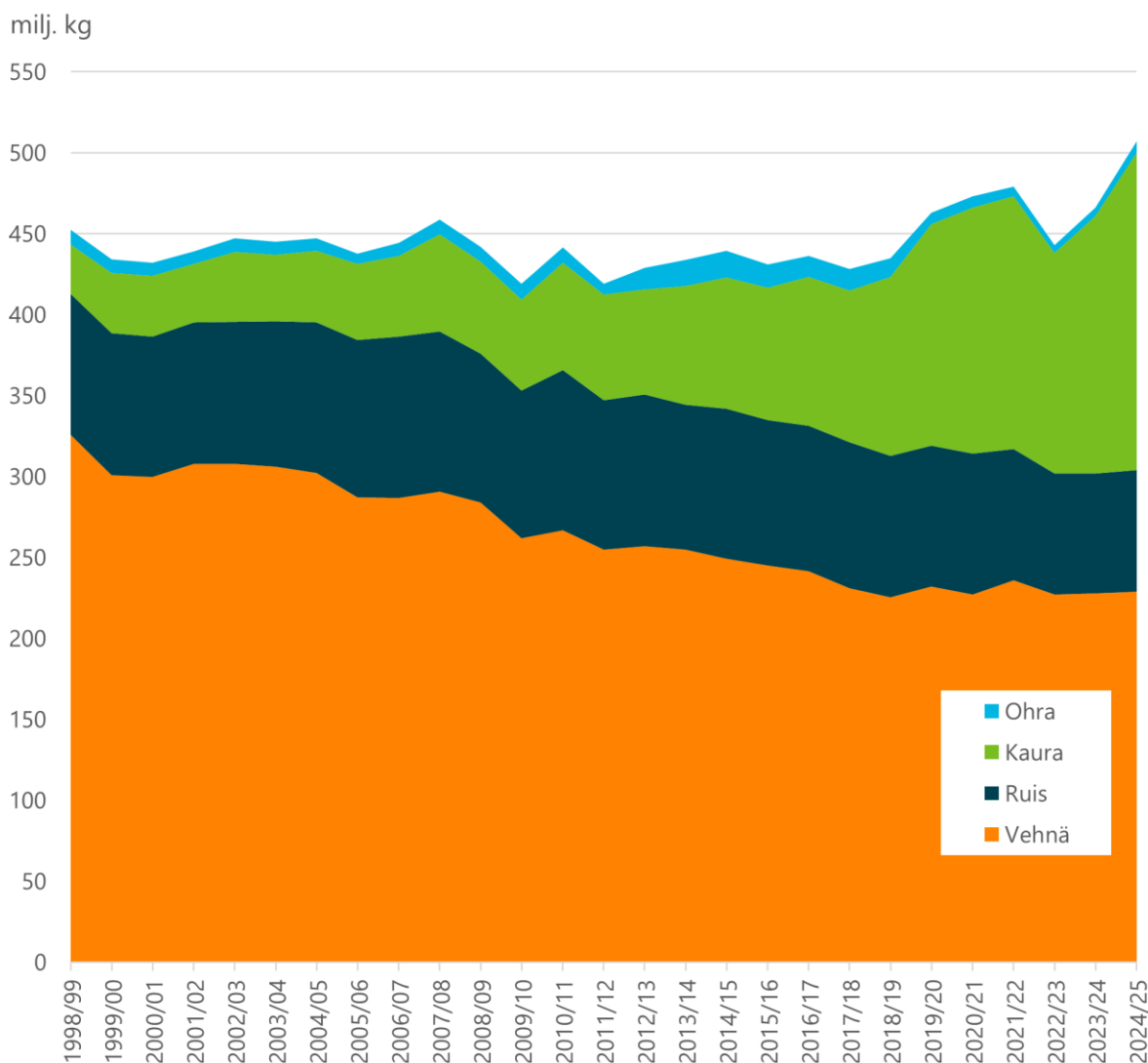
**Taulukko 7.** Suomessa ja Euroopassa tuotettujen viljelykasvien keskimääräiset tuotantoalat ja hehtaarisadot vuosilta 2019–2023 (FAOSTAT 2025).

Keskiarvo (v. 2019–2023) Kasvi	Suomi		Eurooppa	
	tuotantoala (ha)	satotaso (kg/ha)	tuotantoala (ha)	satotaso (kg/ha)
Ohra	377 524	3 514	22 741 042	3 994
Kaura	309 608	3 501	5 233 835	2 584
Vehnä	211 520	3 686	62 204 926	4 317
Rapsi / rypsi	32 422	1 301	9 413 196	2 792
Ruis	23 910	3 855	3 384 505	3 370
Herneet, kuivat	23 460	2 638	2 573 260	2 247
Perunat	19 598	28 948	4 283 780	23 827
Härkäpavut ja muut pavut, kuivat	10 978	1 710	641 700	2 836
Sokerijuurikas	10 510	40 672	2 981 481	60 133
Herneet, vihreät	4 710	1 624	232 596	5 100
Mansikat	4 054	3 929	155 843	11 229
Ruisvehnä (triticale)	2 678	4 067	3 274 947	4 060
Porkkanat ja nauriit	1 702	43 991	222 912	37 443
Herukat	1 618	1 082	140 519	5 021
Sipulit ja salottisipulit, kuivatut	1 232	24 735	329 528	30 796
Muut öljykasvit	1 203	631	323 716	902
Kaalit	724	35 175	302 387	30 224
Omenat	644	11 800	946 813	18 882
Pellava	590	815	1 448 276	891
Kukkakaali ja parsakaali	536	6 937	137 479	16 780
Salaatti ja sikuri	526	25 799	138 272	27 230
Vadelmat	340	4 104	95 072	6 334
Kurkut ja avomaankurkut	234	249 790	144 168	41 446
Kurpitsat, kesäkurpitsat ja muut kurpitsat	106	24 293	196 087	25 312
Pensasmustikat	98	1 936	28 888	6 282
Tomaatit	90	408 758	408 270	55 264
Pinaatti	58	12 719	41 615	16 716
Valkosipuli	56	1 510	98 828	8 417
Päärynät	44	5 290	151 369	16 475
Muut pavut, vihreät	42	1 527	127 048	8 622
Parsat	36	750	62 081	5 029
Purjo ja muut alliumkasvit	30	19 400	27 640	29 852
Chilit ja paprikat	12	109 900	99 298	36 868

## 5.2. Kauran elintarvikekäyttö on lisääntynyt ja monipuolistunut nopeasti

*Csaba Jansik*

Viljapohjaisten tuotteiden valmistukseen käytettävistä raaka-aineista valtaosa tulee neljästä suuresta kotimaisesta viljasta, vehnästä, rukiista, kaurasta ja ohraista. Perinteisen määritelmän mukaan vehnä ja ruis ovat olleet varsinaiset leipäviljamme, mutta kauran elintarvikekäyttö on monipuolisten tuotesovellusten myötä noussut vauhdilla viime vuosien aikana. Lisäksi on muita vähäisemmässä mittakaavassa viljeltyjä viljoja, joista valmistetaan erikoistuotteita.



**Kuva 14.** Suomen viljan elintarvikekäytön kehitys viljalajeittain. Lähde: Luke ja VYR, viljataseet. Huom: Käyttö jyväpainoisena. Satokauden 2024/25 luku on arvio.

Viljalajien käytön välisessä rakenteessa on havaittu muutosta jo pidemmän aikaa (Kuva 14). Vehnän jauhatusmäärä on pienentynyt kahden vuosikymmenen aikana. Vehnää jauhettiin vuonna 1998 vielä noin 326 milj. kg, mutta vuonna 2018 enää 225 milj. kg. Samaan aikaan rukiin myllykäyttö kasvoi 2000-luvun loppupuolen 87 milj. kilosta noin 100 milj. kiloon.

Kehityksen taustalla oli terveellisyysnäkökulma, jonka myötä tumman ruisleivän suosio kasvoi vaalean vehnäleivän kustannuksella.

Rukiin käyttö laski kuitenkin 2010-luvulla takaisin lähtötasolleen. Leipävalikoima laajeni kaura- ja osittain myös ohraleipiin, mikä verotti perinteisten leipäviljojen, vehnän ja rukiin käyttöä. Kauran leivontaominaisuuksia pidettiin pitkään hyvin haasteellisina, mutta leipomoteollisuudessa kehitettyjen menetelmien myötä kuluttajille saatiin maistuvia ja houkuttelevia kauraleipätuotteita. Kauran elintarvikekäyttö ohitti rukiin tason vuonna 2016.

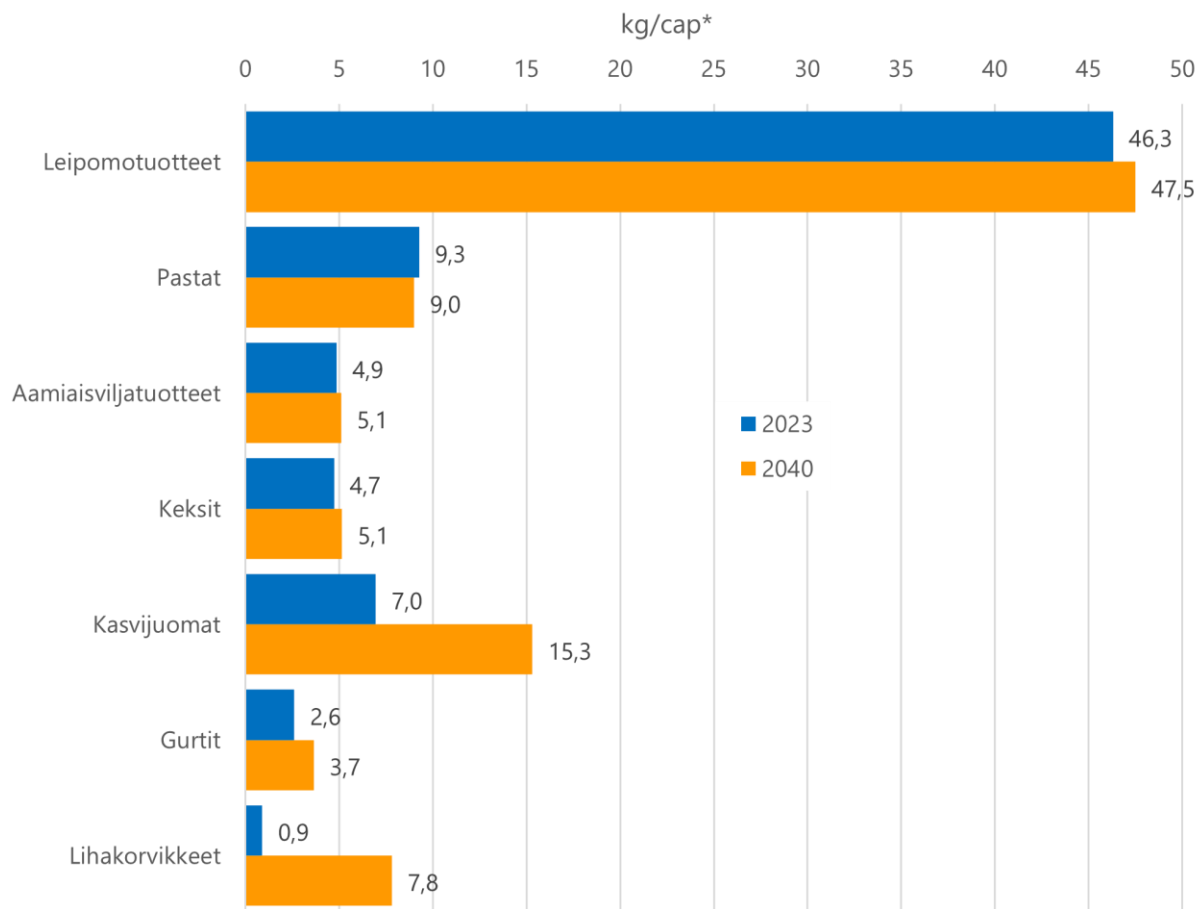
Kauran elintarvikekäytön kasvuvauhti on kiihtynyt 2010-luvun puolivälistä alkaen. Suomen kauramylykkapasiteettia on nostettu mittavien investointien avittamana ja elintarvikeyritykset vievät jalostettuja kauratuotteita enenevässä määrin myös maailmalle. Pelkästään kaurahiutaleiden ja jauhojen vientivolyymit kasvoivat 15 milj. kilosta 27 milj. kiloon vuosien 2014 ja 2023 välillä. Kauraa käytetään myös kasviproteiinituotteisiin kuten maidon ja lihan korvikkeisiin, joiden vienti on myös kasvanut. Kasviproteiinituotteisiin käytetyn kauran volyymit ovat toki edelleen pieniä verrattuna myllytuotteisiin, mutta kasvu on ollut voimakasta. Kauran elintarvikekäyttö on kaksinkertaistunut viimeisten 6–7 vuoden aikana, ja merkittävä osuus tästä kasvusta on saatu lisääntyneestä viennistä. Kauramylykkapasiteettia on viime vuosina nostettu entisestään, minkä seurauksena kauramylytuotteiden viennin odotetaan siivittävän kauran elintarvikekäytön kasvua myös tulevana vuosina.

Ohran ruokakäyttö kaksinkertaistui 2010-luvulla edellisiin vuosiin nähden ja ylitti parhaimmillaan 16 milj. kilon tason. Ohran aterialisukekäyttö kasvoi niinä vuosina näkyvästi. Kuitenkin 2010-luvun loppupuolella ohran ruokakäyttö putosi ja on pysynyt siitä lähtien 5-7 milj. kilon välissä. Samalla ohrapohjaisten aterialisukkeiden näkyvyys väheni sekä vähittäiskaupan valikoimassa että ruokapalvelusektorissa.

Myös kahden viime vuoden aikana on nähty rakenteellisia muutoksia. Vehnän käyttö elpyi hieman. Sen sijaan rukiin jauhatuskäyttö laski viiden vuoden aikana 14 %, vuoden 2020 yli 87 milj. kilosta 75 milj. kiloon vuoteen 2025 mennessä. Taustalla on yhtäältä tumman leivän kulutuksen vähentyminen puolen kilon vuosivauhdilla ja toisaalta hidastunut korpun vienti.

Kauran menestys on tasapainottanut perinteisten leipäviljojen käytössä koettua laskua ja siivittänyt viljankäyttöä nousuun. Viljojen yhteenlaskettu elintarvikekäyttö myllyteollisuudessa on kasvanut 2020-luvulla. Se ylittää 500 milj. kilon rajan markkinakaudella 2024–2025 ensimmäisen kerran lähes 30 vuoteen.

Viljataseessa näkyvät elintarvikekäyttöluvut osoittavat sen, mitä ja kuinka paljon viljaa Suomen elintarviketeollisuus käyttää tuotteiden valmistamiseen. Se muodostaa kotimaisen kulutuksen selkärangan, mutta todelliset kulutusluvut voivat teollisuuskäyttömääristä erota huomattavastikin. Valmiita tuotteita tuodaan ja viedään, joten ulkomaankauppavolyymit asettavat kulutuksen lopullisen tason kussakin tuoteryhmässä. Laajemmin viljaa ja siitä valmistettuja puolivalmisteita (ingredientejä) käytetään sadoissa eri elintarvikkeissa, kuten valmisruoissa, kastikkeissa ja muissa kuorrutuksena, lisäaineina ym.



**Kuva 15.** Suomen valittujen viljapohjaisten tuoteryhmien kulutus. Lähde: laskelmat ja/tai arviot Luken, Tilastokeskuksen, Tullin ja Euromonitorin tietokantojen sekä yrityshaastattelujen perusteella. Huom: \* kasviuomille litra/cap

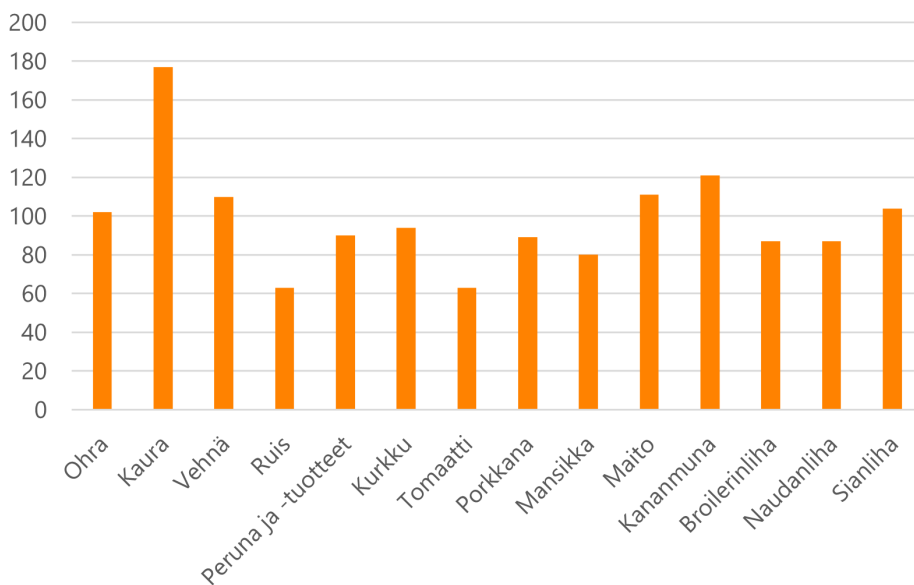
Kuvaan 15 on kerätty muutaman keskeisen viljaa sisältävän tuoteryhmän kulutuksen taso vuodelta 2023 sekä arviot vuodelta 2040. Arvioissa on huomioitu Suomen väestön ennustettu kasvu 2020-luvulla ja hienoinen lasku 2030-luvulla. Henkeä kohti lasketut arviot osoittavat kulutuksen nousevan hieman perinteisissä viljapohjaisissa tuoteryhmissä. Leipomotuotteissa on mukana leivän lisäksi kakut, pakastetuotteet sekä suolaiset ja makeat leivokset. Aamiaisviljatuotteet sisältävät puurot, murot, hiutaleet, myslit, granolat sekä myslipatukat. Jälkimmäisten kulutuksen odotetaan kolminkertaistuvan, mutta niiden painoarvo tuoteryhmässä on vain muutama prosentti. Perinteisten aamiaisvalmisteiden kulutus ei todennäköisesti tule merkittävästi muuttumaan.

Pastan ja erilaisten makaronituotteiden kulutus vaihteli 2010-luvulla 5–6 kilon välillä henkeä kohden, mutta pandemian vaikutus sekä parin viime vuoden ruoan hinnan nousu käänsi kulutusta tähän edulliseen tuoteryhmään. Kuluttajien maksukyvyyn tasoittuessa tulevana vuosikymmeninä tuoteryhmän kulutuksen kasvu ei ole kuitenkaan todennäköistä. Vuonna 2023 se ylitti jo 9 kilon henkeä kohden. Keksien tuoteryhmässä on mukana mm. tavalliset, täytetyt ja suklaalla kuorrutetut keksit.

### 5.3. Suomen ruokaturva on korkea – ruoantuotanto nojaa moniin tuontipanoksiin

Hanna Karikallio ja Jyrki Niemi

Kotimaisen ruoantuotannon ja kulutuksen väliseen suhteeseen perustuvat luvut kansallisesta ruokaomavaraisuudesta osoittavat, että suomalainen maatalous ja elintarviketeollisuus kykenevät normaalioloissa vastaamaan kotimaisten kuluttajien tarpeisiin hyvin. Peruselintarvikkeita, kuten maito-, liha- ja viljatuotteita, tuotetaan Suomessa lähes kulutusta vastaavasti. Maitotuotteiden omavaraisuusaste on ollut Suomessa viime vuosina yli 100 prosenttia ja liha- tuotteidenkin kokonaisuudessaan noin 90 prosenttia. Viljatuotteissa satojen vaihtelu vaikuttaa jonkin verran eri vuosien tuotanto-omavaraisuuteen. Omavaraisuusaste kaurassa, ohrassa ja vehnässä on kuitenkin pysytellyt viime vuosina lähellä sataa prosenttia ja vuonna 2024 omavaraisuusaste oli kauralla jopa 177 %. Rukiissa omavaraisuus on puolestaan vaihdellut 60 ja 80 prosentin välillä vuosina 2020–2024 (Kuva 2.2.1., Luke 2024a). Myös tärkeimpien kasvien omavaraisuusaste on varsin korkea. Esimerkiksi porkkanan ja kurkun tuotannossa omavaraisuus on ollut viime vuosina yli 90 %, sipulin ja mansikan yli 70 % ja tomaatin runsaat 60 % (Suojala-Ahlfors ym. 2025, Kuva 16).



**Kuva 16.** Tuotanto-omavaraisuuden taso Suomessa eri maataloustuotteissa vuonna 2024 (Lähde: Luke, <https://jukuri.luke.fi/items/e9998633-4826-4fb1-b82f-e4e81a5d4de6> ja <https://www.luke.fi/fi/uutiset/ruuan-omavaraisuudessa-on-suuria-eroja-maakunnittain>)

Ruokajärjestelmän eri osien riippuvuus toisistaan on suuri. Suomalaisen elintarviketeollisuuden käyttämistä raaka-aineista kotimaista alkuperää on noin 80 %. Suurimmat elintarviketeollisuuden toimialat liikevaihdolla mitattuna ovat liha- ja meijeriteollisuus. Suomen elintarviketeollisuus työllistää lähes 40 000 henkilöä. Koko ruoka-ala eli maatalous, elintarviketeollisuus, elintarvikekauppa ja ravitsemuspalvelut työllistävät noin 320 000 henkeä, mikä on lähes 12 % kaikista työllisistä (Knuuttila ym. 2024). Kokonaisuuteen on tällöin laskettu alan tuotannossa työskentelevien (238 000) lisäksi kotimaan hankintojen kautta välillisesti työllistyvät (82 000). Arvonlisäystä ruoka-ala tuottaa kansantaloudelle runsaalla 19 miljardilla eurolla. Tämä on lähes yhdeksän prosenttia koko maan arvonlisäyksestä (Knuuttila ym. 2024).

Suomi on viime vuosien kansainvälisen vertailujen (Global Food Security Index, Economist Impact 2022) mukaan ruokaturvalla mitattuna maailman ykkönen. Vertailutulokseen vaikuttaa erityisesti ruoan taloudellinen saavutettavuus, mutta tekijöinä huomioidaan myös maan elintarvikeomavaraisuus sekä tuotanto- ja jakeluvarmuus. Elintarvikeomavaraisuuteen vaikuttavat alkutuotanto, jalostava teollisuus sekä harjoitettu politiikka.

Tuotannon omavaraisuusaste ei kuitenkaan kerro suoraan todellisesta ruokaomavaraisuudesta, vaan se heijastelee pikemminkin kotimaisen ruoantuotannon yleistä kilpailukykyä kotimaisilla ja kansainvälisillä markkinoilla. Kotimainen ruoantuotanto on riippuvainen monista tuontipanoksista kuten energiasta, lannoitteiden raaka-aineista, kasvinsuojeluaineista, täydennysvalkuaisrehuista, polttoaineista, työkoneista ja niiden varaosista sekä ulkomaisesta kausityövoimasta (Jansik ym. 2021). Maatalouden panostuonnin arvo yltää reiluun miljardiin euroon, mikä on noin 17 % maatalouden noin kuuden miljardin euron kokonaistuotoksesta (Knuutila & Vatanen 2021).

Kaikkien elintarviketoimialojen tarvitseman panostuonnin arvo oli Knuutilan ja Vatasen (2021) arvion mukaan vuonna 2016 yhteensä 5,7 mrd. euroa eli lähes 18 % ruoka-alan vajaan 32 miljardin euron kokonaistuotoksesta. Tuontiriippuvaisimpia toimialoja ruoka-alalla ovat eläinten rehujen valmistus sekä kasviöljyjen ja eläinrasvojen valmistus. Näiden alojen tuotantoarvosta 45 % ja 43 % oli vuonna 2016 tuontia.

Kotimaisen tuotannon ylläpitäminen ennallaan edellyttää näin ollen toimivia kansainvälisiä kauppasuhteita ja hankintaketjuja. Polttoaineen tai energian jakelun täydellinen katkos lamauttaisi nykyisen ruokajärjestelmän. Nykymuotoinen maatalous ei pärjää ilman maahan tuotuja polttoaineita, lannoitteita tai niiden raaka-aineita, eikä jalostus tai jakelu hoidu ilman tuontienergiaa. Suomen primäärienergiasta kaksi kolmasosaa on tuontienergiaa ja siitä noin 60 % on aiemmin tullut Venäjältä. Myös osa Suomessa sijaitsevan lannoiteteollisuuden keskeisistä raaka-aineista, kuten ammoniakki ja kalium, sekä suurin osa maahan tuoduista lannoitevalmisteista on ollut peräisin Venäjältä (Jansik ym. 2021).

Fossiilisten energianlähteiden korvaaminen ruoantuotannossa on pitkällä aikavälillä mahdollista. Niin maatioilla kuin muissa elintarvikeyrityksissä on potentiaalia tuottaa energiaa etenkin biokaasulla ja aurinkopaneeleilla, ja esimerkiksi maatiilojen biokaasuinvestointien määrä on selvästi lisääntynyt viime vuosina (Biokierto 2024). Tämä vaatii kuitenkin merkittäviä investointeja, ja tällä hetkellä toiminnan ylläpitäminen alkutuotannossa ja teollisuudessa edellyttää tuontiin perustuvien polttoaineiden, kuten öljyjalosteiden ja maakaasun, käyttöä (Kaustell ym. 2024). Ne eivät ole tällä hetkellä juurikaan korvattavissa. Kriittisin energiatekijöistä on öljy joutuen niin käyttömäärästä, käytön monipuolisuudesta kuin omien raakaöljyvarojen puuttumisesta (Jansik ym. 2021).

Suomalaisen maataloustuotannon kokonaisvolyymit eivät ole merkittävästi muuttuneet viimeisen 30 vuoden aikana siipikarjanlihan tuotantoa lukuun ottamatta. Maidontuotanto on alentunut vajaalla 10 prosentilla EU-jäsenyysvuosina 1995–2021, mutta lihan kokonaistuotanto puolestaan kasvanut kolmanneksella siipikarjanlihan tuotannon rajun kasvun siivittämänä. Leipäviljan tuotantoala on tasaisesti kasvanut, mutta kokonaisviljelyalasta noin kolme neljäsosaa käytetään edelleen rehuntuotantoon (Luke 2024b). Käytössä olevan pellon määrä on pysynyt varsin vakaana. Uusia turvepeltoja on kuitenkin raivattu mm. Pohjois-Pohjanmaalla. Tämä on ollut suurin syy siihen, ettei maatalouden päästötavoitteita ole saavutettu.

Erityisesti 2020-luvulla uusien turvepeltojen raivaaminen on vähentynyt selvästi ja turvepeltoille haetaan laajasti ilmastoviisaista viljelykäytäntöjä.

Suomalaista ruoantuotantoa leimaa kotieläinvaltaisuus, ja nykyiset kilpailuedut ovat nimenomaan tehokkaassa kotieläintuotannossa, eivät niinkään kasvintuotannossa. Maataloustuotannon markkinahintaisesta arvosta kotieläintuotannon osuus oli vuonna 2023 yhteensä noin 45 %, kun kasvinviljelytuoton osuus jäi 27 %:iin ja puutarhatuoton osuus 23 %:in (Luke 2024c). Lisäksi suomalaisen elintarviketeollisuuden kaksi suurinta toimialaa, meijeriteollisuus ja lihanjalostus, vastaavat yhdessä 44 %:sta elintarviketeollisuuden liikevaihdosta (Tilastokeskus 2023). Lisäksi kotieläinrehuteollisuuden osuus on ollut 4–5 %, joten elintarviketeollisuuden liikevaihdosta lähes puolet muodostuu kotieläintuotantoon liittyvästä toiminnasta.

Suomalaisen maatalouden kotieläinvaltaisuuteen ovat vaikuttaneet sekä pohjoiset ilmasto-olosuhteet että syrjäinen sijainti suhteessa maanosan markkinoiden ydinalueisiin Keski-Euroopassa. Pohjoisen sijainnin vuoksi Suomessa voidaan viljellä kasvihuonetuotantoa lukuun ottamatta vain sellaisia kasveja, joiden kasvuaika on lyhyt. Lyhyen kasvukauden vuoksi viljelykasvit eivät myöskään ennätä tuottaa niin suuria satoja kuin eteläisemmissä EU-maissa (Taulukko 7). Viljasadot ovat Suomessa lähes puolet pienemmät kuin Keski-Euroopassa. Runsaan sadannan vuoksi Suomeen sopii vesi-intensiivinen tuotanto kuten nurmiviljely. Riittävien vesivarojen ansiosta Suomessa on hyvät edellytykset myös puutarhatuotantoon. Kehittyneen kasvihuonetuotannon lisäksi maassamme on monipuolista avomaatuotantoa, josta iso osa sijoittuu ilmasto-olosuhteiltaan suotuisimpaan osaan maata, Lounais-Suomeen. Marjantuotantoa on runsaasti myös Itä-Suomessa, jonka etuna on monivuotisia kasveja tuotettaessa hyvä talvikaikainen lumipeite.

Suomen maatalous on kotieläinvaltaisempaa kuin EU:n maatalous keskimäärin. Suomen osuus EU:n kotieläintuotannon arvosta on 1,5 % ja kasvintuotannon arvosta vain 0,6 %. EU-maatalouden työnjaossa Suomi on leimallisesti maitomaa, sillä siinä Suomen osuus on selvästi isompi kuin muissa päätuotteissa. Tuotannon kokonaisarvolla mitattuna maito on Suomessa merkittävin yksittäinen maataloustuote. Naudanliha, joka on suomalaisessa tuotantjärjestelmässä tiiviisti sidoksissa maidontuotantoon, on puolestaan markkina-arvoltaan toiseksi tärkein yksittäinen maataloustuote.

Suomalaisen kasvinviljelytuoton arvosta noin puolet muodostuu viljasta, kolmasosa nurmesta ja loppu kuudesosa erikoiskasveista, kuten perunasta, öljykasveista, sokerijuurikkaasta, palko- ja muista kasveista. Luken virallisten lajikekokeiden perusteella nurmi tuottaa noin kaksinkertaisen kuiva-ainesadon viljasatoon verrattuna. Runsaat 60 % kasvinviljelyn tuotoksesta käytetään Suomessa kotieläinten rehuksi (Luke 2024c).

Palkokasveista herneen ja härkäpavun tuotannon osuus viljeltävästä pinta-alasta on ollut viime vuosina noin 2 % ja kasvinviljelytuoton arvosta noin 3 %. Ruoka- ja reuherneen kokonaisala onkin kasvanut hyvin voimakkaasti parina viime vuonna. Palkokasvien viljelyllä on mahdollista säästää typpilannoitteiden käytössä, mikä onkin vauhdittanut palkokasvien viljelyä erityisesti ammoniakkin ja typpilannoitteiden hinnan noustua merkittävästi Venäjän hyökkäyssodan seurauksena. Sen sijaan jo nosteessa olleen härkäpavun pinta-ala on laskenut takaisin 2010-luvun alun tasolle, 9 200 hehtaariin. Öljykasvien viljely on alamaissa useiden, etenkin taimivaiheen tuholaisongelmista johtuvien, vaikeiden satovuosien jäljiltä (Jansik ym. 2024b). Viiden tai kuuden vuoden viljelykiertoon voidaan sisällyttää kerran sekä palkovilja

että rypsi tai rapsi. Jotkin taudinaiheuttajat (esim. hernelakaste) voivat säilyä maassa kauem-  
minkin, joten pidempääkin viljelyväliä on suositeltu.

Satovaihtelut Suomessa ovat suuria, ja vuodesta toiseen keskimääräiset sadot jäävät huomattavasti parhaista sadoista. Vaihtelujen ja tilakohtaisten erojen taustalla on muitakin tekijöitä kuin säät ja maalajit. Lukessa on laskettu vuosien 2014–2021 satokuilut, jotka kuvaavat, kuinka paljon koko maan mediaanisato jää satopotentialista eli hehtaarisadosta, johon pääsee korkeintaan 10 % tiloista. Härkävavun satokuilu on ollut keskimäärin 34 %, herneen 22 % ja viljojen 26–28 % (Jansik ym. 2024b). Tärkeimpien avomaavihannesten (porkkana, sipuli, keräkaali) satokuiluja on laskettu ajanjaksolle 2012–2021 ja ne olivat keskimäärin 37–52 % (Suojala-Ahlfors ym. 2024b).

## 5.4. Maatalouden rakennekehitys on ollut nopeaa – kannattavuudessa haasteita

*Hanna Karikallio, Jyrki Niemi ja Olli Niskanen*

Suomessa oli maatalous- ja puutarhayritysrekisterin mukaan vuonna 2024 noin 41 000 maatilaa. Tilajoukko on pienentynyt viimeisen 15 vuoden aikana keskimäärin 2,7 %:n vuosivauhtia. Tilamäärän vähentyessä tilojen keskikoko on vastaavasti kasvanut. Vuosina 2010–2024 tilojen keskikoko kasvoi Suomessa yli kolmanneksella vajaasta 39 peltohehtaarista 56 hehtaariin. Alle 10 hehtaarin tiloja oli vuonna 2024 lähes 6 900 eli 17 % tiloista ja vastaavasti yli sadan hehtaarin tiloja oli noin 6 500 eli 16 % tiloista (Latvala & Niemi 2024).

Suomen maatilat muodostavat moninaisen joukon ja maatiloilla on erilaisia rooleja. Tuotannon arvoltaan suurimmat, noin 20 % kaikista tiloista (noin 9 000 yritystä, lähinnä kotieläintiloja ja kasvihuoneyrityksiä), vastasivat vuosina 2022–2023 noin 84 %:sta maatalouden myyntituotoista. Vastaavasti 20 % kunkin tuotantosuunnan suurimmista tiloista tuotti yhteensä keskimäärin 58 % maatalouden kokonaistuotoksesta. (Niskanen & Karikallio 2025).

Maatalouden tuotantorakenteen muutos näkyy kotieläintilojen määrän ja osuuden asteittaisena vähenemisenä ja kasvinviljelytilojen suhteellisen osuuden kasvuna. Maatiloista enää noin viidennes on kotieläintiloja. Kun EU-jäsenyyden alussa vuonna 1995 Suomessa oli vielä yli 50 000 kotieläintilaa, oli niitä vuonna 2024 enää noin 8 000. Vaikka kotieläintilojen määrä on vähentynyt, tuotannon kokonaismäärät ovat silti säilyneet lähes samalla tasolla koko Suomen EU-jäsenyyden ajan. Myös kotieläintuotannon osuus maatalouden markkinahintaisesta tuotosta on säilynyt lähes ennallaan, noin 45 %:ssa (Latvala & Niemi 2024).

Lypsykarjataloutta harjoitti vuonna 2024 päätuotantosuuntanaan vajaat 3 900 tilaa, naudanhantautantoa runsaat 2 700 tilaa, sianlihantuotantoa 350 tilaa ja siipikarjaan perustuvaa tuotantoa 360 tilaa. Kasvinviljelytilojen määrä on kaksinkertaistunut vuosien 2010–2024 aikana, ja vuonna 2024 kasvinviljelytiloja oli noin 30 000. Lähes 41 % kasvinviljelytiloista harjoittaa päätuotantosuuntana viljanviljelyä ja 59 % puolestaan muuta kasvintuotantoa. Kasvihuone- ja avomaantuotantotiloja oli vuonna 2024 lähes 1 600, mikä on yli 1 000 tilaa vähemmän kuin vuonna 2010 (Luke 2024b).

Maataloutta harjoitetaan edelleen koko Suomessa, vaikka sianlihan-, kananmunan- ja broilerintuotanto ovat keskittyneet vahvasti Lounais-Suomeen ja osittain Pohjanmaalle, ja tuotannon keskittyminen on jatkunut edelleen varsin pienelle alueelle Varsinais-Suomeen. Maidon-

ja naudanlihan tuotanto ovat jakautuneet Suomessa muita tuotantosuuntia tasaisemmin maan eri osiin (Latvala & Niemi 2024). Maataloustuotanto perustuu Suomessa pääosin edelleen perheviljelmiin. Vuonna 2023 maataloista lähes 84 % oli yksityishenkilöiden omistuksessa.

Maatalouden kokonaistuotoksen arvo on vaihdellut vuosina 2016–2023 noin 5,5–7,7 mrd. euron välillä (Luke 2024c). Maatalouden tuloksen mittaamisessa yksi keskeisimmistä mittareista on yrittäjätulo, mikä jää kokonaistuotoksen ja kustannusten erotuksena palkaksi viljelijäperheen omalle työlle ja koroksi tuotantoon sitoutuneelle omalle pääomalle. Vuosina 2016–2022 maatalousyriyten keskimääräisen yrittäjätulon trendi oli nouseva, mutta kuvaavaa viime vuosien kehitykselle on ollut yrittäjätulon voimakas vaihtelu. Vuonna 2016 yrittäjätuloa kertyi Suomen maatalouteen vain 330 milj. euroa, mikä on 2000-luvun heikoin tulos. Vuonna 2022 tuottajahintojen nousu sekä ylimääräinen tukipaketti (ns. huoltovarmuuspaketti) nostivat yrittäjätulon 1,1 mrd. euroon, mikä on paras tulos vuoden 2000 jälkeen. Vuonna 2023 yrittäjätulo jäi kustannuspaineiden ja tuottajahintojen laskun myötä mukaan vajaan 300 milj. euroon, mutta ylsi lähes 400 milj. euroon vuonna (Luke 2024c).

Maatalouden keskimääräinen kannattavuus on ollut jo pitkään varsin heikko ja rakennemuutos nopeaa. Kannattavuudessa on tosin maatalojen välillä hyvin isoja eroja – jopa samaa tuotantosuuntaa edustavien tilojen välillä. Maatalouden tulot riittävät harvoin päätoimiseksi elinkeinoksi, ja maataloustulojen osuus keskimääräisen maataloutta harjoittavan kotitalouden kokonaistuloista on laskenut 34 %:sta 24 %:iin vuosina 2004–2021. Metsätalouden osuus tuloista on kasvanut, ja osalla maatalousyrittäjistä tulot muodostuvat useista lähteistä, kuten palkkatuloista ja eläketuloista. (Niskanen & Karikallio 2025).

Osa maataloista on pärjännyt taloudellisesti kohtuullisen hyvin, kun taas osalla tiloista taloudelliset puskurit on heikkojen vuosien aikana syöty. Taloudellisten ongelmien lievittämiseksi on toteutettu useita erilaisia maatalouden tukipaketteja. Maataloudelle maksettavat tuet ovatkin pitäneet osaltaan yllä kotimaista tuotantoa toimien samalla taloudellisena turvaverkko. Noin neljännes maatalouden kokonaistuotoksesta on koostunut viime vuosina erilaisista tuista.

Alkutuotannon neuvotteluasema on ruokaketjussa panos- ja tuottajahintojen määräytymisen osalta heikko, ja hintasuhteiden vaihdellessa kustannusten välittyminen tuottajahintoihin tapahtuu ketjussa hitaasti. Lisäksi tuottajat Suomessa ovat reagoineet hintasuhteiden muutoksiin varsin passiivisesti. Tuotantoa on jatkettu ennallaan hintasuhteiden ja kannattavuuden heikentymisestä huolimatta. Syy tämäläpaiseen käyttäytymiseen selittyy osittain kiinteiden kustannusten suurella osuudella maatalouden kokonaiskustannuksista. Lisäksi syrjäalueiden viljelijöillä tai yleensä heikommassa asemassa olevilla viljelijöillä on tosiasiasa harvoin vaihtoehtoja käyttöä tuotantoresursseilleen, joten tuotantoa jatketaan ennallaan taloudellisista menetyksistä huolimatta.

## 5.5. Nurmitaloudella on Suomessa keskeinen merkitys

*Annina Lehtilä, Perttu Virkajärvi, Terho Hyvönen, Kirsi Järvenranta ja Ilkka Leinonen*

Nurmia viljellään Suomessa 35 %:lla peltopinta-alasta (Luke 2024b). Nurmituotanto painottuu erityisesti Savon ja Pohjanmaan seudulle eli Suomen keskeisimmille maidontuotantoalueille. Lisäksi nurmien osuus peltopinta-alasta on suuri myös Pohjois-Suomessa, koska nurmet soveltuvat viileisiin ilmasto-olosuhteisiin paremmin kuin monet muut kasvilajit. Valtaosa Suomessa viljeltävistä nurmista on monivuotisia, usein timoteista (*Phleum pratense* L.) ja nurminadasta (*Festuca pratensis* Huds.) koostuvia seosnurmia. Nurmipalkokasveista tyypillisin Suomessa on puna-apila (*Trifolium pratense* L.), jota viljellään tyypillisesti osana nurmiseoksia.

Nurmet ovat tyypillisesti lyhytikäisiä (alle viisivuotisia) ja pysyviä nurmia on Suomessa vähän, noin 1 % peltopinta-alasta (Luke 2024b). Nurmet uudistetaan Suomessa keskimäärin 4,4 vuoden välein (Virkajärvi ym. 2015), pääasiassa heikentyvän sadon, rikkojen ja talvituhojen vuoksi (Nissinen & Hakkola 1995). Valtaosa (noin 75 %) Suomen nurmista korjataan säilörehuksi, joka on keskeisin osa suomalaisten nautojen ruokintaa. Säilörehunurmi kattaa noin 55 % lypsylehmien kuiva-ainesyönnistä (Huhtamäki 2023) ja kasvavien lihanautojen kasvatuksessa noin puolet. Laidunnurmien osuus Suomessa on vähäinen, vain noin 8 % lyhytikäisten nurmien pinta-alasta. Lypsylehmien kuiva-ainesyönnistä vain alle 1 % koostuu laidunnurmesta (Huhtamäki 2023). Pieni laidunala johtuu pääasiassa Suomen lyhyestä laidunkaudesta ja vaikeudesta löytää laidunlohkoja sopivalta etäisyydeltä maatilaa (Virkajärvi ym. 2015). Huolimatta pienestä laidunalasta, naudat pääsevät laiduntamaan noin 70 %:lla Suomen nautakarjataloista (Luke 2020).

Luomutuotannon osuus Suomessa on noin 3,5 % maidontuotannosta ja noin 4 % naudanhoidon tuotannosta (Luke 2024b). Luomunautojen ruokinnan kuiva-aineesta vähintään 60 % on oltava nurmea tai muuta karkearehua ((EU) 2018/848). Nurmirehun luomutuotanto perustuu tyypillisesti nurmipalkokasvien viljelyyn osana nurmiseoksia, ja siten biologisen typensidonnan hyödyntämiseen. Myös laidunnuksen rooli korostuu luomutuotannossa, sillä luomunautoilla kuten muillakin luomukotieläimillä on oltava mahdollisuus laiduntaa aina, kun olosuhteet sen sallivat (ProAgria 2021a,b).

Suomen nurmituotannolle leimallista on alhainen intensiteetti, sillä maatalojen nurmisadot ovat keskimäärin noin 70 % potentiaalisesta sadosta. Tämä johtuu sekä niukahkosta panoskäytöstä että alhaisesta eläintiheydestä, (0,6 nautayksikköä (ny)/ha, Virkajärvi ym. 2015) verrattuna moniin Keski- ja Etelä-Euroopan maihin (esimerkiksi Hollanti 1,2 ja Irlanti 2,0 ny/ha). Alhainen intensiteetti johtuu myös siitä, ettei nurmirehua tyypillisesti tuoteta myytäväksi tilan ulkopuolelle pitkien etäisyyksien ja korkeiden kuljetuskustannusten vuoksi. Lisäksi nurmituotannon tehostaminen voi olla haastavaa, sillä jos nurmisato runsastuu, osa maatalon pinta-alasta vapautuu muuhun käyttöön. Tälle vapautuvalle pinta-alalle voi kuitenkin olla vaikeaa löytää vaihtoehtoisia viljelykäyttöä, sillä kasvilajivalikoima on rajallinen Suomen ilmasto-olojen vuoksi (Leino ym. 2023c) ja kasvintuotannon taloudellinen kilpailukyky on heikompi verrattuna nautakarjatuotantoon Suomen keskeisillä nautakarja-alueilla. Monivuotiset nurmet soveltuvat hyvin Suomen ilmasto-olosuhteisiin eivätkä jaksottaiset, äärevät sääilmiöt yleensä tuhoa koko vuoden nurmisatoa. Lisäksi monivuotiset nurmet aloittavat kasvun viikkoja kevätkylvöisiä viljoja aiemmin ja käyttävät siten tehokkaasti kevään auringon säteilyenergian hyväkseen. Pitkään syksyllä jatkuva kasvu lisää nurmien ravinteiden ottoa ja voi vähentää siten ravinteiden (N ja P) huuhtoutumista.

## 5.6. Maidolla ja naudanlihalla on vahva tuotannollinen yhteys

*Maria Leino ja Marketta Rinne*

Maidolla on keskeinen rooli suomalaisessa ruokavaliassa. Naudanlihalla on puolestaan tiivis yhteys maidontuotantoon suomalaisessa tuotantojärjestelmässä. Tämä luku kuvaa maidon ja naudanlihan tuotannon suhdetta ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

### 5.6.1. Maitosektorilta saatavan naudanlihan määrä

Suomessa tuotetusta naudanlihasta 80 % tulee lypsykarjatalouden sivutuotteena ja vain 20 % emolehmiin perustuvasta erikoistuneesta naudanlihantuotannosta. Koska maidontuotannon ohessa saatavan naudanlihan ympäristövaikutukset jakaantuvat sekä maidolle että lihalle, ympäristövaikutukset ovat selvästi emolehmiin perustuvaa erikoistunutta naudanlihantuotantoa pienemmät (luku 2.3).

Vuonna 2023 maitoa tuotettiin 2 132 milj. litraa eli kulutusta vastaava määrä. Noin 21 % teurastetuista naudoista on maidontuotannosta poistettuja lypsylehmiä ja 59 % teuraaksi kasvatettuja sonneja ja hiehoja, jotka ovat joko puhtaita lypsyrotuisia tai viime vuosina yleistyneitä lypsy-liharoturisteytyksiä (Luke 2024b). Suomessa kulutetaan tällä hetkellä naudanlihaa enemmän kuin tuotetaan, joten teuraat kasvatetaan maksimipainoon lihan kysyntään vastamiseksi. Lypsykarjataloudesta tulevien teuraiden määrä oli 212 544 kappaletta ja näiden teuraiden lihantuotanto 68 milj. kiloa (Luke 2024b). Näiden yleisten tuotantotilastojen perusteella voidaan siis ajatella, että nykyisenkaltainen lypsykarjatalous tuottaa yhtä maitokiloa kohti 0,031 kg luullista naudanlihaa, kun mukana ovat niin itse lehmästä kuin sen vasikoista tuleva liha. Suhde ei kuitenkaan ole vakio.

Maidon ja naudanlihan tuotannon suhdetta voidaan tarkastella myös yksittäisen lehmän kannalta (Taulukko 8). ProAgrian (Hellberg 2024) tilastojen mukaan vuonna 2023 poistettujen lehmien elinikäistuotos oli 33 071 kg maitoa. Kun lypsylehmä poistetaan karjasta, se teurastetaan, jolloin se tuottaa noin 295 kg naudan ruholihaa (Nousiainen ym. 2023). Kaikki poistettavat lehmät eivät kuitenkaan päädy teuraaksi, sillä jos lehmä on esimerkiksi sairastanut ja lääkitty ennen poistoa, sen ruhoa ei voida käyttää elintarvikeketjussa. Noin 8 % lehmistä ei päädy ruokaketjuun, sillä noin 6 % kuolee tai lopetetaan tilalla (ProAgria 2024) ja noin 2 % hylätään teurastamalla (Harri Jalli, InnoAgro Oy, henkilökohtainen tiedonanto). Tämä poistuma pienentää yhdestä lehmästä keskimäärin saatavan naudanlihan määrän noin 271 kiloon.

Maidontuotannon ylläpitämiseksi lehmän tulee poikia säännöllisesti. Tämänhetkinen keski-poikimaväli on noin 403 päivää (Hellberg 2024). ProAgrian (Hellberg 2024) tilastojen mukaan vuonna 2023 poistetut lehmät olivat poikineet keskimäärin 3,41 kertaa elämänsä aikana. Yhden lehmän tuottamista vasikoista yksi tarvitaan uudeksi lypsylehmäksi, ja muut ohjautuvat naudanlihantuotantoon. Yhdestä lypsylehmästä saatujen ja teuraaksi kasvatettujen vasikoiden tuottama ruholihamäärä on noin 716 kg. Nykykäytännön mukaan vasikat kasvatetaan teuraaksi, mutta teoriassa ne olisi mahdollista lopettaa heti syntymän jälkeen, jos lihalle ei olisi kysyntää.

Kun tuotantomääriä verrataan kulutusmääriin, on tärkeä ottaa huomioon, että ruholiha ei suoraan vastaa syödyn lihan määrää. Luiden osuus ruholihassa on keskimäärin 20 %, kypsennyshävikki on tuotteesta riippuen 10–30 % ja raaka-aine- ja ruokahävikki on arviolta 10 %

kokonaismäärästä. Näitä lukuja käyttäen 1 kg ruholihaa vastaa n. 0,58 kg syötävä lihaa (Manni & Högel 2021).

**Taulukko 8.** Maidon ja naudanlihan tuotannon suhde tarkasteltuna yhden lypsylehmän ja sen vasikoiden tuotannon kautta.

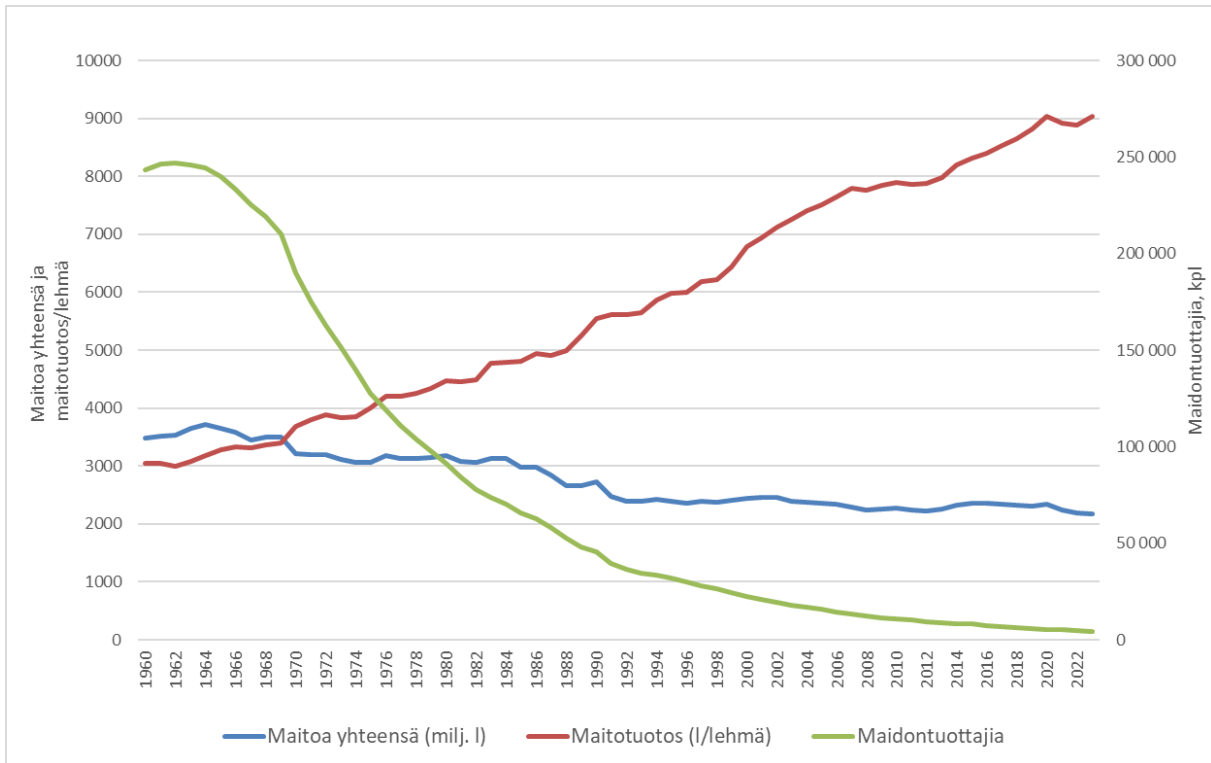
	Pelkkä lehmä (vasikoita ei kasvateta)	Lehmä + vasikat kasvatetaan nykykäytännön mukaan
Maitoa, kg	33 071	33 071
Ruholihaa lehmästä, kg	271	271
Ruholihaa vasikoista, kg	-	716
Ruholihaa yhteensä, kg	271	987
Syötävää, kypsää lihaa yhteensä (vähennetty luut, hävikki, kypsennystappiot), kg	156	569
Tuotanto riittää näin monen ihmisen vuosittaiseen kulutukseen:		
Maito, jos kulutus 500 g/pv	181	181
Naudanliha, jos kulutus 158 g/viikko*	19	69

\*Punaisen lihan suositellusta enimmäiskulutuksesta (350 g/viikko; VRN ja THL 2024) laskettu naudanlihan osuus 45 %.

### 5.6.2. Maidon ja naudanlihan tuotannon suhteeseen vaikuttavat tekijät

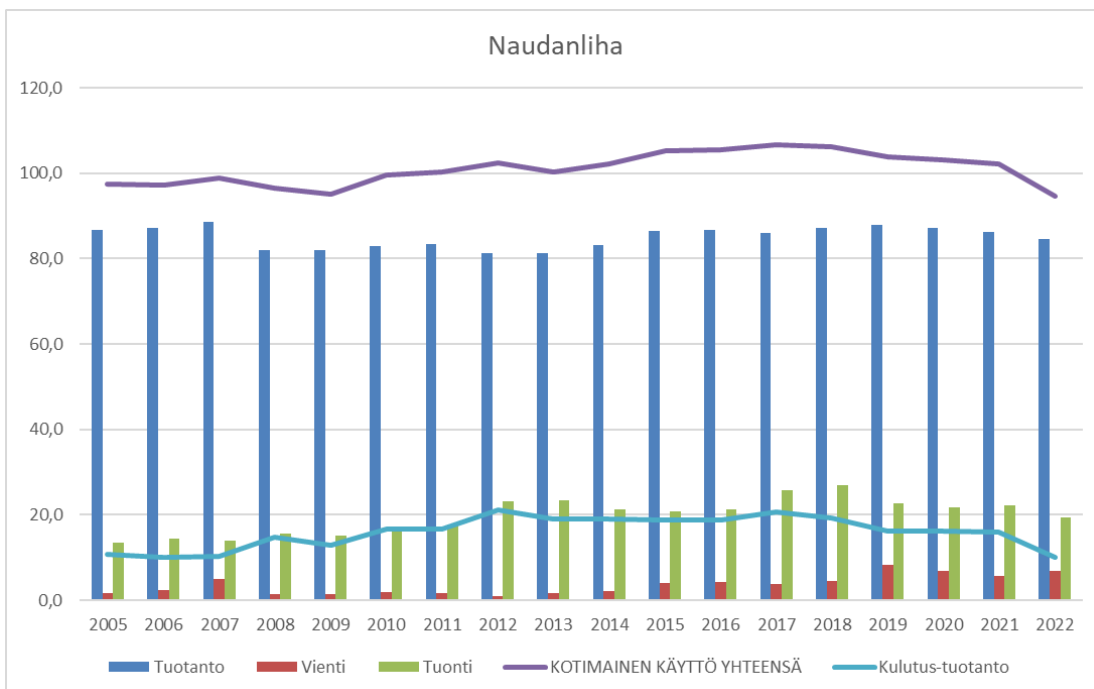
Maidon ja naudanlihan tuotannon suhde ei ole vakio vaan siihen vaikuttavat mm. eläinten perinnöllinen taso (maitotuotos, teurasominaisuudet) sekä eläinten ruokinta ja hoito sekä teurasikä. Koska Suomessa on pulaa kotimaisesta naudanlihasta, teuraaksi kasvatettavat eläimet kasvatetaan maksimipainoon. Pidempi kasvatusaika kuitenkin lisää rehu-, kuivitus- ym. kustannuksia sekä ympäristövaikutuksia. Mikäli naudanlihan tarve pienenee vähentyvän kuluksen myötä, teuraseläinten kasvatusaikaa voisi myös lyhentää.

Nestemäistä maitoa tuotetaan kulutusta vastaava määrä Suomessa, kun taas juustoista liki 50 % tuodaan (Luke 2024e). Lypsylehmien määrä on vähentynyt vuosikymmeniä, 1960-luvun reilusta miljoonasta noin 240 000 lehmään vuonna 2023 (Luke 2024b). Siitä huolimatta tuotettu maitomäärä on pysynyt varsin tasaisena, koska lehmien tuotos on jalostusvalinnan ja paremman ruokinnan ja hoidon vaikutuksesta jatkanut nousuaan (Kuva 17). Suomalaisten lehmien maitotuotos on maailman korkeimpien joukossa, yli 10 000 kg/lehmä/vuosi (Kuva 17, ProAgria 2024). Tämä vaatii intensiivisen ruokinnan ja paljon ammattitaitoa, sillä korkea tuotos lisää eläinten metabolista stressiä ja sairastumisalttiutta. Mikäli tulevaisuuden suunta on kohti karkearehuvaltaisempaa ruokintaa ja vähäisempää tuotannon intensiteettiä, keskituotos ei välttämättä jatka enää nousuaan.



**Kuva 17.** Maidon kokonaistuotannon, lehmäkohtaisen maitotuotoksen sekä maitotilojen lukumäärän kehitys Suomessa (Luke 2024b).

Suomessa tuotetun naudanlihan määrä ei riitä kattamaan nykyistä kulutusta. Vuonna 2022 vaje oli 10 milj. kg eli 11 % kulutetusta naudanlihasta (Luke 2024f). Kulutuksen ja kotimaisen tuotannon välinen vaje on jatkunut vuosikymmeniä (Kuva 18, Luke 2024e).



**Kuva 18.** Naudanlihan tuotanto, vienti, tuonti ja kulutus sekä kulutuksen ja tuotannon erotus, yksikkö milj. Kg. Luonnonvarakeskus, Ravintotase, 2024.

Lypsykarjatilojen lukumäärän on ennustettu vähenevän edelleen. Muutos 1960-luvulta tähän päivään on ollut dramaattinen. Kun meijereille maitoa lähettäviä tiloja oli vuonna 1960 vielä 243 412 kappaletta, vuonna 2023 tiloja oli enää 4 364 (Kuva 17). Rakennemuutoksen myötä jäljelle jäävien tilojen koko kasvaa ja ammattimaisuus lisääntyy (Lehtonen ym. 2017).

Koska lypsylehmien ja niiden vasikoiden tuottama lihamäärä ei yksin riitä kattamaan kotimaan kulutusta, pelkästään lihantuotantoa varten kasvatettavien nautojen määrä on lisääntynyt 1980-luvulta lähtien. Vuonna 2023 emolehmiä oli 64 700 kpl (SVT 2024). Lisäksi naudanlihaa tuodaan Suomeen (Kuva 18). Emolehmiin perustuvan naudanlihantuotannon etuja ovat mm. luonnon monimuotoisuutta tukevan laiduntamisen laajamittainen hyödyntäminen ja eläinten luonnonmukaiset elinolosuhteet, vaikka kasvihuonekaasupäästöt lihakiloa kohti ovatkin suurempia kuin lypsyrotuiseen eläinainekseen perustuvassa naudanlihantuotannossa. Genomivalinnan avulla sekä pitkäikäisiä, säännöllisesti poikivia emoja suosimalla voidaan myös emolehmätuotannon kasvihuonekaasuvaikutuksia pienentää (Leino ym. 2023b).

## 5.7. Monipuolista, mutta alueellista keskittynyttä kasvien tuotantoa

*Terhi Suojala-Ahlfors*

Pohjoiseen sijaintiimme nähden Suomessa tuotetaan monipuolisesti kasviksia sekä avomaalla että kasvihuoneessa. Kasvihuonetuotannossa päätuotteita ovat kurkku, tomaatti, salaatti ja yrtit. Avomaavihanneksista tuotetaan eniten porkkanaa ja muita juureksia, ruokasipulia ja kaaleja. Viljellyistä marjoista tärkein on mansikka: vuoden 2023 kokonaistuotannosta mansikka kattoi yli 80 %. Hedelmistä kaupallisessa tuotannossa on etenkin omenaa ja jonkin verran päärynää. Päätuotteiden lisäksi ammattiviljelmillä tuotetaan monipuolisesti eri kasviksia (SVT: Luonnonvarakeskus, Puutarhatilastot).

Muihin Pohjoismaihin verrattuna Suomessa tuotetaan asukaslukua kohti eniten vihanneksia (Suojala-Ahlfors ym. 2025). Hedelmiä Suomessa tuotetaan vähemmän kuin muissa Pohjoismaissa, Islantia lukuun ottamatta. Uusista tuotantomuodoista etenkin marjojen tunnelituotanto on lisääntynyt vauhdilla viime vuosina.

Tyypillistä tuotannollemme on voimakas alueellinen keskittyminen (Jansik ym. 2025). Kasvihuonetuotannon keskittyminen on Pohjanmaalla, jossa tuotetaan yli kaksi kolmannesta tomaatteista ja kurkuista. Ruukkuvihannesten, kuten salaatin ja yrttien, tuotantoa on tasaisemmin eri puolilla maata. Avomaavihanneksista yli puolet tuotetaan Varsinais-Suomen ja Satakunnan alueella. Mansikan tuotanto on painottunut Itä-Suomeen, jossa vahvaa tuotantoa on useissa maakunnissa. Toinen keskittyminen on Varsinais-Suomessa. Alueellisella keskittymisellä on etunsa, mutta siihen liittyy myös riskejä esimerkiksi sääolojen, kasvintuhoojien leviämisen ja energian tai muiden tuotantopanosten saatavuushäiriöiden takia.

Kasvien tuotanto vaatii paljon työvoimaa. Vuoden 2023 maatalouden rakennetutkimuksen mukaan kasvihuone- ja avomaatuotannossa työskenteli yhteensä noin 19 300 henkilöä, joka on 16 % maatalous- ja puutarha-alalla työskennelleiden henkilöiden kokonaismäärästä (SVT: Luonnonvarakeskus, Maa- ja puutarhatalouden työvoima). Avomaatuotannon yritysten vuosityömäärästä iso osa on kausityötä ja työsuhteet sen vuoksi usein kausiluonteisia. Sen sijaan kasvihuoneyrityksissä on paljon myös vakituisesti palkattuja. Maatalous- ja puutarha-alalla työskentelee paljon ulkomaalaistaustaista työvoimaa. Heistä suurin osa, lähes 70 %,

työskenteli vuonna 2023 kasvihuone- ja avomaatuotannon yrityksissä. Työvoimavaltaisuus ja erityisesti riippuvuus ulkomaisesta kausityövoimasta on myös haavoittuvuustekijä toimialalla.

Puutarhatuotanto on moneen muuhun maatalouden sektoriin verrattuna hyvin markkina-orientoitunutta. Avomaatuotannossa tukien osuus suhteessa tuotannon arvoon on noin 5 %. Kasvihuonetuotannossa tukien osuus on hieman suurempi, noin 10 %. Koko puutarhatuotannossa tukien osuus tuotannon arvosta on noin 6 % (Jansik ym. 2025). Investointitukien kautta puutarhatuotantoa on kuitenkin tuettu merkittävästi (Jaakkonen & Koivisto 2023). Tukikaudella 2015–2022 tuet kohdistuivat kasvihuonetuotannossa uuteen tuotantoalaan, vanhan kunnostukseen, energijärjestelmiin sekä LED-valotukseen. Avomaatuotannossa tärkeimpiä investointitukea saaneita kohteita olivat tuotevarastot ja kasvutunnelit.

Suomalainen puutarhatuotanto on erittäin riippuvaista ulkomaisista tuotantopanoksista (Jansik ym. 2021). Esimerkiksi kaikki vihannesten siemenet tuodaan ulkomailta, eikä varmuusvarastoja ole. Myös monivuotisten marja- ja hedelmäkasvien sekä vihannesten taimista iso osa tuodaan maahamme. Samoin kasvinsuojeluaineet ovat täysin tuontitavaraa, kuten myös osa lannoitteista ja lannoiteraaka-aineista. Etenkin kasvihuonetuotannossa tarvitaan myös runsaasti energiaa, jonka häiriötön saatavuus on kriittistä. Käytetyt energiamuodot ovat muuttuneet merkittävästi viimeisen 20 vuoden aikana: sähköenergian käyttö on kasvanut tasaisesti ja tuontienergiaa on korvattu kotimaisilla vaihtoehdoilla (Kaustell ym. 2024).

## 5.8. Integroidulla kasvinsuojelulla pyritään vähentämään kasvinsuojeluaineiden käytön riskejä

*Kati Räsänen ja Terhi Suojala-Ahlfors*

Euroopan unionin (EU) tavoitteena on vähentää kemikaaliriskejä ihmisiin ja ympäristöön eri strategioiden avulla Green Dealissa (EU Komissio, 2019), mukaan lukien Pellolta pöytään- ja biodiversiteettistrategiat. Lisäksi kasvinsuojeluaineiden riskien minimoimiseen ihmiseen ja ympäristöön pyritään integroidulla kasvinsuojelulla (IPM, Integrated Pest Management), jonka periaatteiden käyttöönotto tavanomaisessa kasvinviljelyssä on ollut pakollinen kaikille EU:n viljelijöille vuodesta 2014 lähtien (EU Komissio, 2009). Kansalliset toimintasuunnitelmat (NAP, national action plan) on laadittu edistämään integroidun kasvinsuojelun ja vaihtoehtoisten torjuntamenetelmien käyttöönottoa.

Integroidussa kasvinsuojelussa ensisijaista on käyttää ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä, kuten viljelykiertoa, ja yhdistää erilaisia kasvintuhoojien torjuntakeinoja. Avomaatuotannossa IPM-menetelmien mukainen kasvinsuojelu perustuu tuhoojien tarkkailuun. Torjuntatarpeen ilmettyä tulee hyödyntää saatavilla olevia mekaanisia ja biologisia torjuntakeinoja ja käyttää kemiallisia kasvinsuojeluaineita harkitusti ja tarpeen mukaan. Kemiallista kasvinsuojelua voidaan vähentää mm. käyttämällä hyönteisverkkoja tuholaisten torjunnassa (esim. Kivijärvi ym. 2023). Ne ovat osoittautuneet selvästi parhaaksi torjuntakeinoksi esim. porkkanakempin (Nissinen ym. 2020) ja pikkukaalikärpäsien (Nissinen & Jauhiainen 2016) torjunnassa. Tuotantomenetelmiä muuttamalla voidaan joissain tapauksissa vähentää kemiallisten kasvinsuojeluaineiden käyttöä selvästi. Esimerkiksi mansikan ja vadelman tunnelituotannossa kemiallisia kasvinsuojeluaineita käytetään hyvin vähän verrattuna vastaavaan avomaatuotantoon (Joensuu ym. 2023a). Kasvihuonetuotannossa hyödynnetään Suomessa pääosin biologista torjuntaa (Vänninen 2012). Kestävien vaihtoehtoisten kasvinsuojelumenetelmien kehittäminen on kuitenkin erittäin tärkeää, etenkin kun uusia tuhoojia ilmaantuu jatkuvasti ilmasto-olojen muuttuessa.

Kasvinsuojeluaineiden vaikutuksia tutkitaan huolellisesti ennen markkinoille saattamista, mutta niiden käyttöön liittyy silti riskejä. Osa käytetystä aineesta joutuu kohdeorganismien ulkopuolelle ilmaan, veteen ja maaperään sekä myös eläviin organismeihin, missä ne aiheuttavat haitallisia vaikutuksia yksilöihin, populaatioihin ja ekosysteemeihin (mm. Rockström ym. 2009, Richardson ym. 2023). Torjunta-aineet vaikuttavat ympäristöön, ja vähentävät esimerkiksi luonnon monimuotoisuutta (IPBES 2019a). EU:ssa kemiallisten kasvinsuojeluaineiden kokonaiskäytöstä aiheutuvien riskien torjuminen on yksi tärkeimmistä toimista suojella luonnonvaraisia pölyttäjiä (EU Komissio, 2018).

Maailmanlaajuisesti ajatellen tietoa kemiallisten kasvinsuojeluaineiden käytöstä eri viljelykasveilla ja alueilla sekä niihin liittyvistä ympäristövaikutuksista on olemassa puutteellisesti (Mark ym. 2024). Suomessa maataloudessa käytettyjen kemiallisten kasvinsuojeluaineiden vuotuisen kokonaismäärä on pieni (0,3 % 2017) verrattuna Euroopan maiden kokonaiskäyttöön (FAO 2024b). Kemiallisten kasvinsuojeluaineiden (tehoaine) kokonaiskäyttö maataloudessa Suomessa vuonna 2013 ja 2018 oli 1 302 000 kg ja 940 000 kg (Luke 2024b). Niiden käyttö vaihtelee viljelykasvien ja vuosien välillä (esim. Luke 2024, Räsänen ym. 2022). Kasvinsuojeluaineita käytettiin eniten sipulilla (5,3 kg/ha-vuosi) ja omenalla (4,0 kg/ha-vuosi). Sen jälkeen eniten aineita käytettiin valkokaalille (2,8 kg/ha-vuosi), mansikalle (2,7 kg/ha-vuosi), sokerijuurikkaalle (2,7 kg/ha-vuosi), ruokaperunalle (2,4 kg/ha-vuosi) ja porkkanalle (2,1 kg/ha-vuosi). Vähiten ruiskutettiin (alle 1 kg/ha) tarhahernettä, viljoja, herukoita ja rypsiä sekä rapsia (alle 1 kg/ha) (Luke 2024b). Nurmille, joiden pinta-ala on noin kolmannes peltopinta-alasta, käytetään vain noin 1 % kasvinsuojeluaineista tehoaineina mitattuna (0,03 kg/ha). Keskimäärin vuosina 2013 ja 2018 käytettiin eniten rikkakasvien torjunta-aineita (87 % kokonaismäärästä), kasvitautiaineita 10 %, tuhoeläinaineita 0,9 % ja kasvunsääteitä 2,8 % kokonaismäärästä.

Suomessa valmistetuissa elintarvikkeissa torjunta-ainejäämiä löytyy huomattavasti vähemmän kuin muualta Euroopasta tai sen ulkopuolelta tuoduissa tuotteissa (Ruokavirasto, 2023) ja pitoisuudet ovat alhaisimmat kuin monissa Euroopan maissa (esim. EFSA 2022). Myös raja-arvot ylittäviä torjunta-ainejäämiä havaitaan harvoin pinta- ja pohjavesistä Suomessa (Karjalainen ym. 2014, Juvonen ym. 2017). Toisaalta uusin tutkimus kertoo, että jäämiä löytyy maaperästä (Hagner ym. 2024) ja tätä tulisi tutkia lisää.

## 5.9. Mikrobilääkkeitä eläimille vain todettuun tarpeeseen - käyttömääriä seurataan tarkasti

*Liisa Keto*

Mikrobilääkkeitä käytetään eläinten sairauksien hoitoon ja loislääkkeitä eläinten loisten häätöihin. Loislääkkeiden käyttöä ei kuitenkaan tilastoida kuten mikrobilääkkeiden käyttöä. Suomessa mikrobilääkkeiden käyttämisestä kasvunedistämistarkoituksessa luovuttiin vapaaehtoisesti vuonna 1996. EU-alueella se on ollut kiellettyä asteittain 1990-luvun lopulta päättyen vuoden 2006 täyskieltoon. Yhdysvalloissa siirtymä eläinten lääkinnästä kasvunedistämistarkoituksessa luopumiseksi on meneillään. Suomessa mikrobilääkkeiden käyttö eläimille on tiukasti säädeltyä: ne ovat reseptilääkkeitä eikä eläinlääkäri saa ottaa voittoa luovuttamastaan lääkkeestä.

Eläimille tarkoitettujen antimikrobilääkkeiden myyntimääriä on seurattu Suomessa vuodesta 1995 lähtien ja EU-alueella vuodesta 2010 eteenpäin. Tuotantoeläinten lääkemyyntiseurannoissa v. 2022 tuotettiin tietoa 31 EU-maasta naudoille, sioille, broilereille, kalkkunoille, lampaille, vuohille, kaneille, kasvatetuille kaloille ja hevosille tarkoitetuista lääkkeistä. Seurannoissa tiedonkeruu toteutetaan vakioluokittelun kautta: boluksena annettavat, pistoksena annettavat valmisteet, lypsylehmän utarelääkkeet, umpilehmän utarelääkkeet, kohdunsisäiset lääkkeet, juomaveteen lisättävät lääkkeet (jauheet ja esiseokset), syötävät tahnat tai jauheet (lisätään rehun päälle), esiseokset rehutehtaissa tuotettuja lääkerahuja varten ja tablettilääkkeet. Lisäksi tiedonkeruun yhteydessä käytetään useampia alaluokitteluja. Vaikka tieto lypsy- ja umpilehmien lääkkeistä kerätään eriteltynä, ne raportoidaan yhdessä.

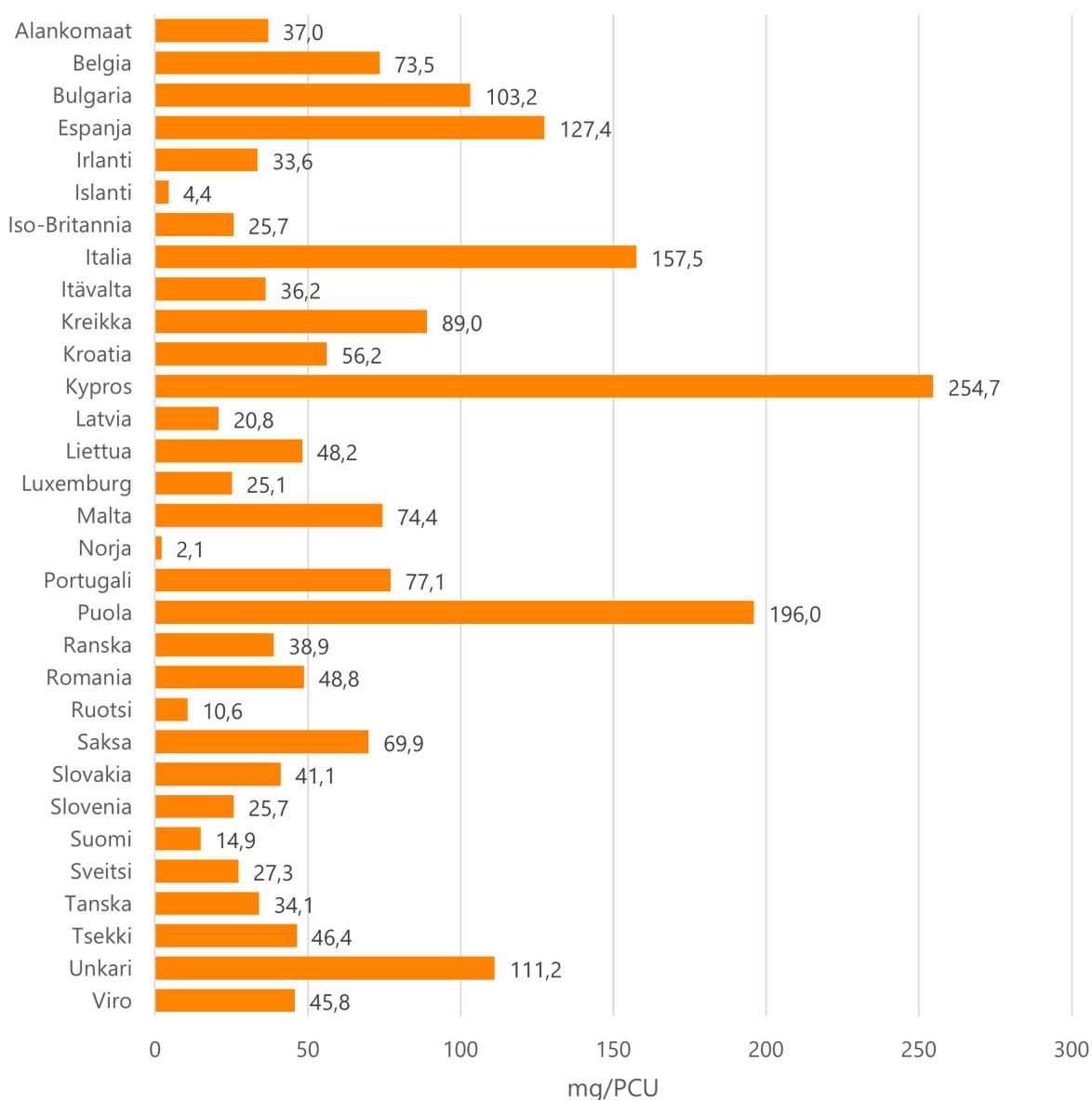
Kaikki tilastoidut eläinlääkkeiden myyntimäärät suhteutetaan milligrammoina (mg) kunkin maan lääkityskohteena olleeseen eläinpopulaation kokoon (PCU, population correction unit), jotta maiden väliset tulokset ovat vertailukelpoisia. Absoluuttisten myytyjen lääkemäärien vertailussa maltilliseenkin käyttöön myytyjen eläinlääkkeiden määrät korostuisivat suurissa eläintuotantomaissa ja vääristäisivät tuloksia. Myyntimääriin vaikuttavat mm. maittain vaihtelevat lääkkeiden reseptikäytännöt ja tottumukset. Lisäksi, vaikka esim. lääkkeen antotavasta on mahdollista päätellä lääkkeen kohde-eläinlaji, eläinlääkkeiden myyntimäärien tilastointia ei ole toistaiseksi toteutettu eläinlajikohtaisesti, mutta tuotantoeläinlääkkeet on erotettu lemmikkieläinlääkkeistä.

Eläinlääkkeiden myyntiseurannan lisäksi EU-alueella toteutetaan mikrobilääkeresistenssin seuranta zoonoosi- ja indikaattoribakteereissa. Näitä ovat mm. salmonella, kampylobakteeri ja *E. coli* sekä *E. coli* ESBL-/AmpC/karbapenemaasia tuottavat isolaatit<sup>25</sup>. Joissakin maissa raportoidaan lisäksi MRSA (metisilliinille resistentti *Staphylococcus aureus*) -tapauksia. Elintarvike-tuotannossa eläinlääkkeillä on myös lääkekohtaisia varoajoja, jonka kuluessa eläintä tai eläintuotetta ei saa saattaa elintarvikeketjuun. Lääkejäämiä testataan esim. raakamaidosta ja lihasta säännöllisesti.

---

<sup>25</sup> ESBL= extended-spectrum beeta-lactamase, AmpC=ampisilliiniresistentti, karbapenemaasia tuottava=karbapeneemiryhmän antibiooteille vastustuskykyinen enterobakteerien heimoon kuuluva bakterikanta

Eläinlääkkeiden myyntiseuranta, mikrobilääkeresistenssin kehittymisen ja lääkejäämien valvonta ovat tärkeitä työkaluja ihmisten terveydestä huolehtimisessa. Mikrobit kehittävät ajan kuluessa vastustuskykyään erilaisia mikrobilääkkeitä vastaan. Mitä enemmän mikrobit ovat vastustuskykyisiä lääkkeitä vastaan, sitä heikommin nämä lääkkeet parantavat sairauksia ihmisillä ja eläimillä. Lääkkeille vastustuskykyisten mikrobien lisääntymisen minimoimisessa tärkeitä ovat mm. diagnoosiin perustuva oikean lääkkeen valinta, oikea-aikainen lääkitys ja lääkityksen tehon seuranta. Suomessa on oltu näissä asioissa kansainvälisesti verrattuna edellä muita maita. Vahvan säädöspohjan ja määrätietoisen ohjeistuksen ansiosta tuotantoeläinten terveydenhuolto ja eläinten tartuntatautien ehkäisy ovat tuottaneet tulosta. Suomi on EU-alueella yksi vähiten eläintä kohden lääkitystä käyttäviä maita (Kuva 19). Suomessa lääkintä suunnataan useammin yksilölle kuin eläinryhmälle: vuonna 2016 injektiovalmisteiden ja muiden yksilölläkäntään käytettävien lääkemuotojen osuus Suomessa oli 60 %, kun muualla Euroopassa 90 % tuotantoeläinten mikrobilääkkeistä annettiin eläinryhmille (Luke 2024d).



**Kuva 19.** Mikrobilääkkeiden kokonaismyynti 31 EU/EEA maassa vuonna 2022 (mg/PCU, milligrammaa vaikuttavaa ainetta populaatiokorjausyksikköä kohti).

## 6. Muuttuvan ruokavalion ja ruokajärjestelmän yhtymäkohtia ja vuorovaikutussuhteita

*Merja Saarinen*

Ympäristökriisin ja muiden kestävyysaasteiden ratkaiseminen edellyttää suuria muutoksia tuotanto- ja kulutustavoissa ympäri maailman.

Edellisissä luvuissa on käsitelty elintarvikkeiden, ruokavalioiden ja alkutuotannon ympäristövaikutuksia ja niiden vähentämispotentiaalia ja Suomen ruoantuotannon erityispiirteitä, rakennetta ja olosuhteita, pala kerrallaan. Todellisuudessa kuitenkin muutokset tuotannossa ja kulutuksessa ovat vuorovaikutuksessa toistensa kanssa. Siihen vaikuttaa monet tekijät taloudellisesta dynamiikasta poliittisiin päätöksiin ja kuluttajien arvostuksiin. Suomi on avoin talous ja vuorovaikutuksessa myös maailmantalouden kanssa. Esimerkiksi markkinahinnat ja raaka-aineiden kysyntä maailmanlaajuisesti vaikuttavat tuotantoon ja kulutukseen myös Suomessa.

Tässä luvussa käsitellään ruoan kulutuksen ja tuotannon vuorovaikutusta eri näkökulmista. Aluksi (luvut 6.1. 6.2 ja 6.3) käsitellään tavoitellun, entistä kasvivoittoisemmalle ruokavaliolle keskeisiä kysymyksiä eri raaka-aineiden tuotannon mahdollisuuksien näkökulmasta eli pyritään vastaamaan kysymykseen, **miten kotimainen tuotanto pystyy vastaamaan muuttuvaan ruokavalioon**. Tehtyjen tarkastelujen perusteella Suomen peltopinta-ala voisi riittää kasvivoittoisemman ruokavalion tuottamiseen. Eläintuotanto vie tällä hetkellä niin paljon pinta-alaa, että siitä vapautuvalla alalla olisi periaatteessa mahdollista tuottaa jopa vegaaniruokavalioon tarvittava määrä kasvipohjaisia maataloustuotteita luomutuotantona (Saarinen ym. 2019a).<sup>26</sup>

Kasvinviljelyyn ja kasviperäisen ruoan tuotantoon liittyy kuitenkin runsaasti haasteita, joskin myös mahdollisuuksia, joita käsitellään tässä tarkemmin kasvien, kasviproteiinien ja viljojen osalta. Neljäntenä teemana käsitellään maidon ja naudanlihan yhteyttä ruokavalion näkökulmasta (luku 6.4.).

Sen jälkeen (luvut 6.4. ja 6.5.) käsitellään kulutuksessa tapahtuvien muutosten systemisiä vaikutuksia tuotantojärjestelmässä ottaen huomioon muitakin tuotantoon vaikuttavia tekijöitä kuin kysyntä. Sillä pyritään vastaamaan kysymykseen, **minkälaisia seurauksia muuttuva ruokavalio aiheuttaa suomalaisen ruoantuotantojärjestelmään kokonaisuudessaan** ottaen huomioon 1) vaihtoehtoiset kansalliset tavoitteet ruokajärjestelmän ohjaamisessa ja 2) tuotantopäätöksiin vaikuttavat taloudelliset suhteet. Seuraukset näkyvät myös ruokajärjestelmän ympäristövaikutuksissa. Näiden tarkastelujen avulla voidaan hahmottaa suuntaa Suomen ruokajärjestelmän kestävyydelle ja keinoja kestävyuden edistämiseksi.

---

<sup>26</sup> Käytännössä tärkeintä on kuitenkin varmistaa, että eri kasvien viljelyyn käytetään parhaiten niiden vaatimuksiin soveltuvia peltoja, joiden riittävyttä on tarkasteltava alueellisesti tuotannon muuttuessa. Kannattavuuden näkökulmasta keskeistä on myös, että saatavilla on Suomen oloihin ja sadon käyttö-tarkoitukseen soveltuvia lajikkeita.

## 6.1. Kasviproteiinituotannon mahdollisuudet

*Hanna Karikallio, Susanna Rokka, Csaba Jansik ja Anne Pihlanto*

Suomalaiset kuluttivat proteiinia vuonna 2023 noin 245 milj. kg, hävikki huomioiden noin 233 milj. kg. Suomalaisten kuluttamasta proteiinista 38 % oli peräisin kasvipärisestä ja 62 % eläinperäisestä raaka-aineesta valmistetuista elintarvikkeista. Ruokasuositukset suosittavat palkokasvien kulutuksen lisäämistä 100 grammaan päivässä. Nykyisin siitä ollaan kaukana. Palkokasvien lisäksi muita kasviproteiinin lähteitä ovat viljat, peruna, öljykasvit, pähkinät, siemenet sekä monet vihannekset. Viljat ovat toistaiseksi tärkein kasviproteiininlähde. Käyttämällä erilaisia proteiininlähteitä vaihtelevasti voidaan varmistaa kaikkien välttämättömien aminohappojen saanti.

Kasvipärisen ruokana kulutetun proteiinin keskimääräinen omavaraisuusaste on tällä hetkellä 72 %, ja palkokasveilla vain 54 % (Jansik ym. 2024b). Kasviproteiinituotantoa olisi mahdollista kasvattaa hyödyntämällä palkoviljat, öljykasvit, kaura ja erikoiskasvit täysimääräisesti viljelykierrossa, lisäämällä kasvinjalostusta ja lukuisilla viljelyteknisillä toimilla. On arvioitu, että nykyistä (vuosien 2010–2023) viljelykiertoa maksimaalisesti hyödyntäen palkoviljojen ja öljykasvien tuotanto voisi kolminkertaistua. Tällöin niiden proteiinituotanto voisi olla yhteensä 265 000 tonnia eli noin 50 % nykyistä suurempi. Palkokasvien laajamittainen viljely tehostaisi biologisen typensidonnan hyödyntämistä ja vähentäisi viljelyn riippuvuutta fossiilienergialla tuotetuista typpilannoitteista.

ACE-Life hankkeen sidosryhmätapaamisissa on selvitetty kasviproteiinituotannon mahdollisuuksia ja haasteita alkutuotannossa. Näiden selvitysten mukaan suurimmat haasteet ovat hinta, sadon vaihtelu, tuotantokustannukset ja pitkäaikaisten viljelysopimusten puute. Kaivataan uudistamista alkutuotannon rakenteisiin sekä investointeja osaamiseen. Epätasainen tai huonolaatuinen sato vähentää kiinnostusta palkokasvien viljelyyn.

Öljykasvien (erityisesti rypsi ja rapsi) tuotannon omavaraisuutta ja tuotteiden jatkojalostusta olisi mahdollista lisätä, mm. tuottamalla rypsi- ja rapsipuristeista rasva- ja valkuaispitoisia jaukeita kasviproteiinituotteisiin (Jansik ym. 2024b). Omavaraisuuden haasteena ovat kuitenkin vaihteleva viljelyvarmuus, tuholaisongelmat ja kannattavuus, joihin on löydettävä ratkaisuja. Muista öljykasveista öljyhampun tuotantoketjua on viime vuosina kehitetty ja sillä nähdään kasvavaa tuotantopotentiaalia vuoteen 2035 mennessä (Jansik ym. 2024b).

ScenoProt-hankkeessa selvitettiin ratkaisuja Suomen proteiinijärjestelmän uudistamiseen ja identifioitiin tunnistettuihin muutospolkuihin liittyviä esteitä ja systeemisiä puutteita (Kuhmonen ym. 2017). Kasviproteiinien arvoketjujen vahvistaminen vaatii kohdennettuja investointeja kasviproteiinien tuotantoon ja jalostukseen. Arvoketjujen toimivuuden kannalta keskeistä on toimintojen sijainnin optimointi. Kannattava kasviproteiinien arvoketju vaatii toimijoiden yhteistyötä ja monipuolisen tuotantokokonaisuuden, joka tukee tuottajien mahdollisuutta sopeutua kysyntätilanteisiin ja tarjoaa kuluttajille vaihtoehtoja. Kehitettäviä kohteita löytyi runsaasti, esimerkiksi osaamista tulisi kehittää, tarvitaan lisää yhteistyötä maatalousyrittäjien ja muiden toimijoiden esim. rahoittajien välille. Hankintalaki, kilpailutus ja raskaat lupaprosessit hidastavat uusien raaka-aineiden pääsyä markkinoille ja testausta sekä käyttöä ammattikeittiössä.

Kasviproteiinien arvoketjujen kehittämiseksi on tärkeää luoda omat pitkän aikavälin tavoitteet ja sisällyttää ne osaksi pitkän aikavälin ruokastrategiaa. Jotta tavoitteiden toteutumista voidaan todentaa pitäisi kehittää myös kasviproteiinien tilastointia ja seuranta. ACE-Life

hankkeessa pyritään taklaamaan näitä haasteita mahdollistamalla yhteistyötä, jotta eri toimijat voivat avata haasteitaan ja tarttua mahdollisuuksiin yhdessä muiden toimijoiden kanssa.

Kasviproteiinituotteet voivat tuottaa merkittävästi uutta arvonlisää (Jansik ym. 2024b), sillä niiden valmistuksella on merkittävä työllisyyttä ja aluetaloutta edistävä potentiaali. Näissä arvioissa kasviproteiinituotteet sisältävät ennen kaikkea palko- ja öljykasvien jakeisiin perustuviin kuluttajatuotteiden valmistuksen ja ruokasektorin lisäarvo muodostuu muun muassa alkutuotannon, jalostavan teollisuuden ja elintarviketeollisuuden palkoista, investoinneista ja yritysvoitoista. Tuotteiden valmistukseen tarvitaan myös muita raaka-aineita, kuten kauraa, tai muita viljoja ja erilaisia jakeita sekä puolivalmisteita. Tällä hetkellä raaka-aineita välituotteiksi jalostava teollisuus on kotimaisen kasvipohjaisen ruuan arvoketjujen pullonkaula, josta taloudellista arvoa menetetään ulkomaille. Taloudellisten menetysten lisäksi puuttuva linkki heikentää merkittävästi huoltovarmuutta. Ilman omaa välituoteteollisuutta kotimainen ruokateollisuus ei pysty vastaamaan tulevaisuuden vaatimuksiin. Bioteknologian kehittyminen ja erityisesti läpimurrot fermentoinnin soveltamisessa proteiinituotantoon luovat mahdollisuuksia sovellusten kaupallistamiseen ja paikkaavat ruoan arvoketjua. Solumaatalous mahdollistaa elintarvikkeluonnon sivuvirtojen hyödyntämisen mikrobipohjaisten proteiinien tuotannossa.

Viljaperäisten tuotteiden kulutuksen suurimman kasvun odotetaan kohdistuvan maitoa ja maitotuotteita sekä lihaa korvaaviin elintarvikkeisiin. Lihaa korvaavien tuotteiden kulutuksen kasvu edellyttää innovatiivisia uusia elintarvikkeita, voimakasta TKI-toimintaa, tuotantokapasiteetin kehittämistä ja suotuisia hintasuhteita. Kasvijuoimat sisältävät soijasta, mantelista, riisistä, kookoksesta, rukiista ja kaurasta valmistettuja vaihtoehtoja maidolle. Kotimaisessa kasvipohjaisten juomien tuotannossa käytetään enimmäkseen kauraa, mutta kulutuksesta kaurapohjaisten juomien osuus on vain alle 60 %. Kasvipohjaisten jogurttien eli gurttien kulutus Suomessa oli jo vuonna 2023 Euroopan korkeimpia, joten kulutuksen kasvun tahdin arvioidaan hieman hidastuvan. Näiden tuoteryhmien vaikutus viljojen kokonaiskulutukseen jää maltillisiksi, sillä niissä viljan osuus on tyypillisesti alle 10 %.

Kasviproteiinien kulutuksen lisääminen tarvitsee ennen kaikkea kannustavan ruokaympäristön, joka vaatii toimia niin julkisilta ruokapalveluilta kuin kaupalta ja teollisuudelta. Kulutustottumuksissa ja kaupassa tehtävissä valinnoissa merkittävää on paitsi hinta, myös maku, tutuus ja vaivattomuus. ScenoProt-hankkeen kuluttajakyselyssä (Makery 2020) kysyttiin, miksi kasvipohjaisia tuotteita ei käytetä. Tulokset kertovat, että suuri osa vastanneista ei vain ole tullut ajatelleeksi ostaa tuotteita tai ei ole kiinnostunut niistä. Tuotteiden hintaa pidetään korkeana tai tuotteita pidetään teollisina ja pitkälle prosessoituina. Jonkin verran on myös periaatteellista vastustusta ja kyllästymistä "vegevouhotukseen". Terveellisyys ja kokeilunhalu taas olivat yleisimmät syyt kasviproteiinituotteiden käytölle. Hinta, maku, helppokäyttöisyys, ravintosisältö ja aiempi kokemus olivat tärkeimmät valintakriteerit. Myös uusimpien kuluttajakyselyiden mukaan maku on suurin yksittäinen tekijä, joka vaikuttaa ruoan valintaan. Julkisissa ruokapalveluissa on todettu, että hybridituotteet ovat helposti hyväksyttäviä ja niitä kannattaa kehittää edelleen ja koostaa hyviä käytäntöjä.

Globaalin ruokajärjestelmän näkökulmasta Suomessa kannattaisi tuottaa täällä hyvin menestyviä proteiinikasveja ja niistä jalostettuja elintarvikkeita myös vientiin. Lisäksi kaupallistettavissa on teknologiat, valmistusmenetelmät ja osaaminen. Pullonkaulaksi on muodostunut skaalausvaihe, jonka rahoitus on jäänyt vähemmälle huomiolle. Selvitys ruokateknologian viennin lisäarvopotentiaalista auttaisi hahmottamaan, mitä Suomi voi saavuttaa ruokaosaamisen edelläkävijänä.

## 6.2. Kasvisten tuotannon lisäämisen mahdollisuudet

*Terhi Suojala-Ahlfors*

Ruokasuositusten mukaan kasvisten käytön lisääminen 500–800 grammaan päivässä tuottaisi terveyshyötyjä, sillä vihannekset, marjat ja hedelmät sisältävät runsaasti kuitua, vitamiineja ja kivennäisaineita sekä bioaktiivisia komponentteja, joiden kroonisilta sairauksilta suojaavista vaikutuksista on saatu viitteitä. FinRavinto 2017 -tutkimuksen mukaan miesten keskimääräinen kasvisten kulutus oli vuonna 2017 noin 310 grammaa päivässä ja naisten noin 380 grammaa päivässä (Valsta ym. 2018). Suositusten mukaisen ruokavalion noudattaminen merkitsee siis kasvisten kulutuksen huomattavaa kasvattamista, jopa kaksinkertaistamista.

Kasvavaan kysyntään olisi Suomessa mahdollista vastata lisäämällä jo nykyisin viljelyssä olevien lajien tuotantoa ja monipuolistamalla kotimaisten kasvisten tarjontaa. Suomalaisen kasvituotannon vahvuuksia ovat veden saatavuus, puhdas maaperä ja viileämmät kasvuolot verrattuna eteläiseen ja keskiseen Eurooppaan.

Peltoalan riittävyttä kasvituotannon laajentuessa tarkasteltiin RuokaMinimi-hankkeessa käyttäen esimerkkinä vegaaniruokavalio-skenaariota (Saarinen ym. 2019a). Esimerkkilaskelma juuresten viljelyala yli kaksinkertaistuisi ja muiden vihannesten viljelyala nelinkertaistuisi. Analyysin mukaan vihanneksille sopivaa viljelyalaa (ottaen huomioon myös viljelykierron vaatimukset) olisi saatavilla riittävästi nykyilmastossa, ja ilmastonmuutoksen myötä viljelyä olisi mahdollista laajentaa entistä pohjoisemmaksi, jolloin sopivaa viljelymaata olisi käytettävissä entistä enemmän. Skenaariossa arvioitiin, että hedelmien ja marjojen viljelyalan tarve kasvaisi lähes 8-kertaiseksi, mutta sopivien peltojen saatavuutta näille kasveille ei arvioitu. Skenaarion mukaan myös kasvihuoneala pitäisi yli viisinkertaistaa nykyiseen nähden.

Aluetasolla on selvitetty vihannestuotannon kasvun edellytyksiä ja mahdollisuuksia Pohjois-Karjalassa, jossa vihannestuotanto on nykyisin vähäistä (Heiska ym. 2022). Peltolohkojen tarkastelu osoitti, että maakunnan viljelyssä olevasta peltoalasta iso osa soveltuisi maalajinsa puolesta vihannesten viljelyyn. On ennakoitu, että Pohjois-Karjalan ilmasto muuttuu vuosien 2040–2070 aikana vastaamaan Kaakkois-Suomen tämänhetkisiä lämpötiloja (Lappeenranta, Kouvola), mikä voisi mahdollistaa entistä monipuolisemman viljelykasvien valikoiman.

Näiden selvitysten perusteella voidaan arvioida, että peltojen riittävyyden näkökulmasta Suomessa on mahdollista lisätä merkittävästi vihannesten, marjojen ja hedelmien tuotantoa, etenkin jos viljely laajenisi nykyisten tuotantokeskittymien ulkopuolelle. Kuitenkin myös muilla maatalouden sektoreilla tapahtuvat muutokset vaikuttavat maan käyttöön. Kestävä tuotanto edellyttää riittäviä viljelykiertoja, joten tilakohtaisesti esimerkiksi vihannesviljelyyn soveltuvien peltojen saatavuus voi olla rajallista.

Tuotannon lisääminen nykyisestä edellyttää selvää kysynnän kasvua tai viennin lisäämistä, jotta tuotanto pysyy kannattavana. Oletettavaa on, että kasvisten kysyntä tulee kasvamaan vähitellen. Keskeisiä kysymyksiä tuotannon laajenemisen näkökulmasta on alan vetovoimaisuuden lisääminen, uusien ja jatkavien yrittäjien saaminen alalle sekä työvoiman saatavuuden varmistaminen mm. joustavoittamalla työvoimaan liittyvää sääntelyä ja edistämällä työntekijöiden hyvinvointia (Suojala-Ahlfors 2025). Kulutuksen lisäämiseksi olisi tärkeää kehittää myös uusia, helppokäyttöisiä kuluttajatuotteita, joten tarvitaan panostusta tuotekehitykseen ja jalostuskapasiteetin lisäämiseen.

Kasvisten tuotannon laajenemismahdollisuuksia tarkastelleessa VegUp-hankkeessa nähtiin alan kehittämistarpeiksi erityisesti osaamisen vahvistaminen, alan vetovoimaisuuden ja yhteistyön lisääminen sekä arvoketjujen toimivuuden parantaminen (Suojala-Ahlfors 2025). Tuotannon laajentuessa on tärkeää huolehtia tuotannon kannattavuudesta ja kestävydestä, mm. kiinnittämällä huomiota maan kasvukunnon ylläpitoon ja parantamiseen, ilmastonmuutokseen sopeutumiseen, riskienhallinnan parantamiseen, uusiutuvan energian ja uusien kasvu- alustamateriaalien hyödyntämiseen erityisesti kasvihuonetuotannossa sekä kestävään tuotantopanosten käyttöön.

Tuotanto kasvihuoneissa tai suljetuissa kerros- eli vertikaaliviljely-yksiköissä vähentävät tuotannon riippuvuutta säätekijöistä ja tehostavat maankäyttöä, mutta niiden kestävyys riippuu ratkaisevasti käytetyistä energian lähteistä (mm. Arabzadeh ym. 2023). Uusien tuotantomenetelmien, kuten uusien kasvien otto kasvihuoneviljelyyn tai vertikaaliviljely, laajeneminen vaatii myös riittävää rahoitusta, osaamisen kehittämistä ja aktiivista yhteistyötä (Niemi ym. 2022). Suomalaisen kasvihuonetuotannon kilpailukyvyyn on arvioitu paranevan tulevaisuudessa, sillä ilmastonmuutoksen seurauksena Etelä- ja Keski-Euroopan kesät ovat liian kuumia ja hyvälaatuisen kasteluvuden puute rajoittaa tuotantoa joillain alueilla Etelä-Euroopassa (Jansik ym. 2024b).

### 6.3. Täysjyväviljan käytön lisäämisen mahdollisuudet

*Csaba Jansik ja Hannele Heusala*

Viljapohjaiset tuotteet ovat kasvipainotteisen ruokavalion olennainen osa. Kasviproteiinista ylivoimaisesti suurin määrä saadaan nykyään viljoista, erilaisten viljatuotteiden muodossa. Viljan proteiininpitoisuus vaihtelee välillä 10–16 % lajikkeista ja viljelyolosuhteista riippuen. Proteiini lähteenä suurin viljalaji on vehnä ja toiseksi suurin kaura.

Koostumukseltaan viljat ovat monipuolisia ravinnon lähteitä sisältäen energiaa, valkuaista ja kuitua. Ruokasuosituksissa korostetaan täysjyväviljan käytön lisäämistä, jotta taataan riittävä ravintokuidun ja monien ravintoaineiden saanti. Viljapohjaisten tuoteryhmien tarjonta on lähtökohtaisesti hyvin laaja ja viimeisten vuosien aikana se on lisääntynyt entisestään. Toinen viljoihin liittyvä näkökulma toivotussa ruokavaliomuutoksessa liittyykin eläinperäisten tuotteiden, maitotuotteiden ja lihan, korvaamiseen kasviperäisillä tuotteilla. Etenkin kauraa on käytetty lihan, maidon ja maitotuotteiden kaltaisten uusien tuoteryhmien yhtenä raaka-aineena. Maataloustuotannon kestävyden näkökulmasta jopa meillä pohjolassa periaatteessa hyvin kasvavien viljojen tuotantoon liittyy epävarmuutta ja vuosittaista vaihtelua. Tuotantoon tarvitaan niin sanottu laatupuskuri, jotta voidaan varmistaa riittävän suuri ja hyvälaatuinen viljasato käytettäväksi viljatuotteisiin, jotka menevät suoraan ihmisten kulutettaviksi.

#### 6.3.1. Täysjyväviljan käyttö on suositeltavaa ravitsemuksen ja ympäristön näkökulmasta

Sananmukaisesti täysjyväviljaa jauhetaan ainoastaan rukiista, jonka saanto voi ylittää 95 %:n. Vehnä ja kaura aina kuoritaan myllyprosesseissa ja saanto jää näin 55–75 %:n väliin. Täysjyväjauhot saadaan vehnästä ja kaurasta kuorimalla ensin pois syötäväksi kelpaamattomat osat. Täysjyvävalmisteissa pääraaka-aineena on täysjyvävilja, jonka osuus tuotteen kuivapainosta on vähintään 50 %. Useimmat vaaleat leivät, sämpylät, erilaiset leivokset ja kakut valmistetaan kuitenkin hienoista jauhoista. Leipätuotteista tuore ruisleipä sekä ruisnäkkileipä ja korput ovat suurin täysjyväpohjainen tuoteryhmä. Myös puuron, myslin ja granolan, tai pastan tuoteryhmissä on täysjyvävalmisteita.

Aamiaisviljatuotteita voidaan valmistaa täysjyväviljasta, mutta sen käyttö ei ole tuoteryhmässä tyypillistä. Keksien ja makaronituotteiden täysjyväraaka-aineista tehdyt vaihtoehdot ovat vielä vähäisiä. Joihinkin tavallisista jauhoista tehtyihin tuotteisiin kuitua lisätään erikseen. Täysjyväviljan käytöstä tai viljapohjaisten tuotteiden kuitupitoisuudesta ei ole olemassa tarkkoja tilastoja. Raaka-aineet ja tuotteiden kuitupitoisuudet saattavat vaihdella saman tuoteryhmän sisälläkin huomattavasti.

Täysjyväviljatuotteiden laajempi käyttö olisi suositeltavaa sekä ravitsemuksen että ympäristövaikutusten kannalta. Mitä suurempi osuus elintarvikekäyttöön sopivasta viljasta saadaan ihmisravinnoksi suoraan, sitä pienemmät ympäristövaikutukset ja sitä korkeampi resurssitehokkuus. Tämä näkyy myös tuotteiden elinkaariarvioinnin tuloksissa, kun käytetään tuotteiden ravitsemukselliseen tehtävään kuvaavaa vertailuperustaa (luku 2.2). Täysjyvätuotteiden ympäristövaikutukset ovat selvästi alhaisemmat kuin pitemmälle jalostettujen vastaavien tuotteiden ympäristövaikutukset.

### 6.3.2. Kasvupotentiaali omavaraisuuden ja viennin noususta

Viljapohjaiset tuotteet ovat tyypillisesti sellaisia, joita pystyttäisiin valmistamaan suurelta osin kotimaassa. Tuoreessa leivässä omavaraisuus on hyvällä tasolla, mutta tuoretta leipää on kasvavissa määrin tuotu naapurimaista kuten Ruotsista ja Virosta. Pakastettuja leipomotuotteita tuodaan Suomeen eri maista ympäri Eurooppaa.

Pastan lisääntyvä kulutus on katettu tuonnilla, jonka seurauksena omavaraisuus laski 45 prosentista alle 28 prosentin viimeisen kymmenen vuoden aikana. Omavaraisuus on lähtökohtaisesti heikkoa aamiaisviljatuotteissa, joiden segmenttiä hallitsevat monikansalliset yritykset vahvoilla brändeillään. Puuroissa on hyvin tarjolla kotimaisia vaihtoehtoja, mutta myslissä ja muroissa niiden osuus on pienempää, ja myslipatukoiden tuoteryhmässä jo lähes olematonta.

Maidon ja lihan korvaavissa tuotteissa omavaraisuusaste on arviolta yli 50 %. Kotimaisilla brändeillä on vahvin asema kasvipohjaisten jogurttien segmentissä.

Kotimaisilla tuotteilla olisi hyvät mahdollisuudet korvata pääosin tuonnista peräisin olevaa riisiä. Sen kulutus on viimeisen vuosikymmenen aikana kasvanut viidestä kilosta kahdeksaan kiloon henkeä kohden. Riisin käytön kasvu ajoittui samaan ajanjaksoon ohran ruokakäytön tuntuvan pudotuksen kanssa. Riisiä kulutetaan ensisijaisesti aterialisukkeena, ja ohran ruokakäytön väliaikainen nousu 2010-luvulla osoitti sen kuinka varteenotettavan vaihtoehdon kotimaisista viljoista valmistetut aterialisukkeet tarjoaisivat riisille. Aterialisukkeita on mahdollista tarjota ohran lisäksi kotimaisesta kaurasta, vehnästä ja rukiista, sekä näiden yhdistelmistä. Se vaatisi kuitenkin pitkäaikaista myynti-, markkinointi ja brändäystä vähittäiskaupan myynnissä sekä sitoutunutta menekinedistämistä ruokapalvelusektorin toimijoiden keskuudessa.

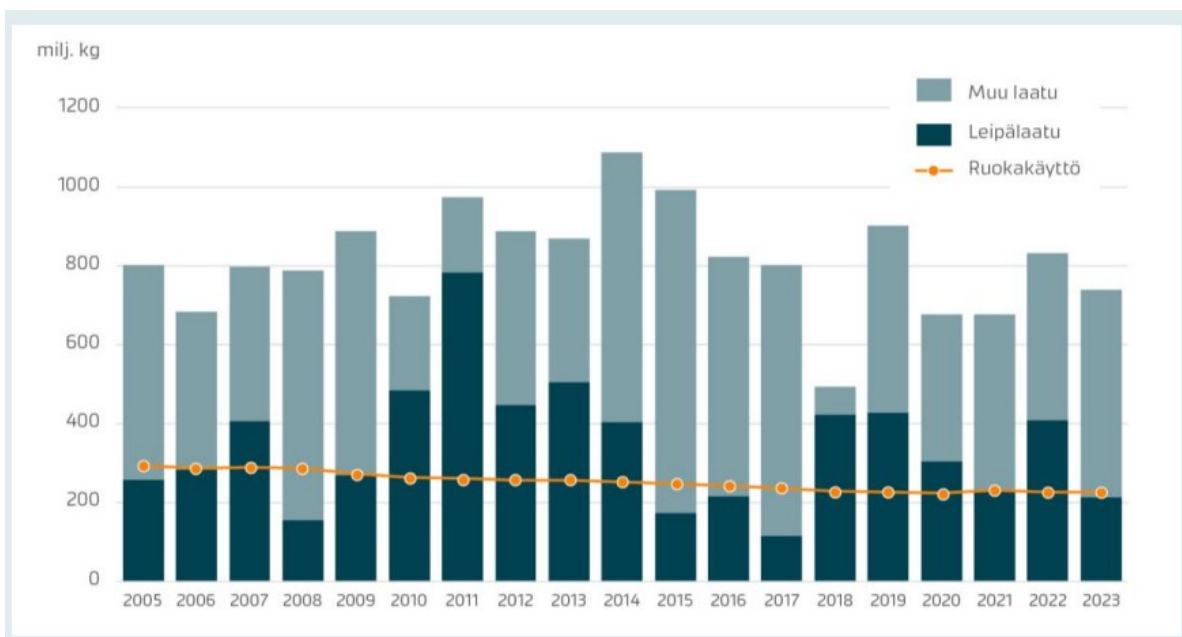
Aterialisukkeiden omavaraisuusasteen nostaminen valkoisen tuontiriisin kustannuksella parantaisi paitsi ruokahuoltoa myös ruokavalion ympäristövaikutusta. Kotimaiset viljat ja viljatuotteet ovat huomattavasti parempi vaihtoehto vesijalanjälkien vertailussa. Riisin tuotantoyksikköön tarvittava makean veden määrä ylittää vehnä- ja ruisleivän vastaavan 3,5 kertaisesti ja kaurahiutaleiden vastaavan 4,7 kertaisesti (Poore & Nemecek 2018). Tuontiriisi tulee Suomeen Aasian maista, Euroopan tuotanto taas keskittyy vesistressistä kärsiviin Etelä-Euroopan jäsenmaihiin. Sen sijaan täysjyväriisi on ilmastovaikutuksen näkökulmasta paljon parempi kuin valkoinen riisi, kun elinkaariarvioinnin vertailuperustana käytetään tuotteiden ravitsemuksellista tehtävää (luku 2.2).

Suomen viljaketjun kasvupotentiaali nojautuu viennin lisäämiseen, mutta monien viljapohjaisen tuotteiden osalta kotimaisten brändien ja tuotannon vahvistaminen mahdollistaisi myös kasvua. Tämä pätee ennen kaikkea erilaisiin kaurasta valmistettaviin tuotteisiin (Jansik ym. 2024a).

### 6.3.3. Jatkossakin tarvitaan laatupuskuri takaamaan riittävät viljasadot

Viljapohjaisten tuotteiden kulutuksessa ihmisravinnoksi on selvä kasvupotentiaali. Kasvipohjaisen ruoan painoarvon nostaminen Suomen ruoan kulutusrakenteessa on hyvin perusteltu. Sen nostamisella on kuitenkin tiettyjä tuotantoon, alueellisiin edellytyksiin sekä ravitsemukseen liittyviä rajoitteita, minkä takia tavoitteeksi voi ja kannattaa asettaa kasvis- ja eläinperäisten elintarvikkeiden sopiva yhdistelmä.

Suomen vehnän tuotannossa on viimeisen kahden vuosikymmenen aikana tarvittu noin 3–4 kertainen tuotantomäärä leipälaatuisten käyttömäärien varmistamiseksi. Omavaraisuus tarkoittaa tässä yhteydessä tuotantotasoa, jolla Suomen leipävehnätarve voidaan tyydyttää täysin kotimaisella vehnällä huolimatta vuosittaisesta laatuvaihtelusta. Elintarvikkeeksi suoraan kelpaamattomia eriä on ollut helpointa ja kätevintä käyttää kotieläinsektorin rehunvalmistukseen (Jansik 2022). Samanlaista laatupuskuria tarvitaan mm. kauran käytössä ja vastaavia on odotettavissa palkokasvien käytössä, mikäli niiden tuotanto saadaan tavoitteiden mukaiseen kasvuun. Tämän lisäksi tasapainoa määriteltäessä on otettava huomioon alueelliset ja biokiertotalouden näkökulmat sekä nurmiruokintaa käyttävän karjatalouden hyödyntäminen.



**Kuva 20.** Laatupuskuri Suomen vehnän tuotannossa ja käytössä vuosina 2005–2023. (Lähde: Luke, [Kasviproteiini kasvun tiellä : Tiekartta ruoan korkeampaan kasviproteiiniomavaraisuuteen](#)).

On hyvä pitää mielessä myös se, että ympäristö- ja ilmastopäästöön liittyvät tavoitteet muodostavat vain yhden ruoan kulutukseen ja tuotantoon liittyvistä tekijöistä. Kestävyys koostuu vähintäänkin kolmesta – ekologisesta, sosiaalisesta ja taloudellisesta – ulottuvuudesta. On huolehdittava kaikkien ulottuvuuksien yhtäaikaista huomioimisesta.

## 6.4. Maidon ja naudanlihan yhteys ruokavalion näkökulmasta

*Merja Saarinen*

Ruokasuositukset suosittavat maidon kulutuksen pitämistä kohtuullisena ja lihan kulutuksen vähentämistä (VRN ja THL 2024). Uusissa ravitsemussuosituksissa todetaan, että 350–500 g päivässä maitoa riittää takaamaan tiettyjen, suomalaisessa ruokavaliassa tyypillisesti maidosta saatujen ravintoaineiden riittävän saannin jatkossakin. Terveystieteiden näkökulmasta huomiota pitää kiinnittää erityisesti punaiseen lihaan, jonka kulutusmääräksi keskimääräisessä ruokavaliossa suositellaan korkeintaan 350 g kypsennettyä lihaa viikossa<sup>27</sup>. Nämä suositukset perustuvat ravitsemustieteelliseen näyttöön (VRN & THL 2024). Ympäristönäkökulmasta naudanlihaan on kohdistunut paljon huomiota, koska naudanlihan ilmastovaikutus<sup>28</sup> on selkeästi korkeampi kuin muiden proteiiniä sisältävien tai muiden tuotteiden sekä massayksikköä (luku 2.3.) että ravitsemuksellista arvoa (luku 2.2.) kohden. Myös maitoa ja maitotuotteita on ympäristökeskustelussa nostettu esille, koska niiden osuus nykyisen keskimääräisen ruokavalion ilmastovaikutuksista on suuri (Saarinen ym. 2019a, 2023).

Tuotannollisesti maito ja naudanlihan ovat tiivisti sidoksissa toisiinsa (luku 5.4). Tässä luvussa tarkastellaan, kuinka hyvin maidon ja naudanlihan yhteistuotanto vastaa maidon ja naudanlihan määrällisiin ruokasuosituksiin. Kysymys on kiinnostava erityisesti sen takia, että maidolla on tyypillisesti varsin keskeinen rooli useiden ravintoaineiden saannissa eivätkä ruokasuositukset suosita sen kulutuksen tiukkaa rajoittamista. Tuleeko suositellun maitomäärän tuotannon seurauksena tuotettua suosituksia suurempi naudanlihamäärä?

Naudanlihan tuotanto maitolitraa kohden on 31 g luullista naudanlihaa (luku 5.4). Se vastaa noin 18 g luutonta kypsää lihaa. Ruokasuositusten maidon päiväkohtainen määrä tarkoittaa 2,4–3,5 litraa maitoa viikossa. Tätä maitomäärää vastaava naudanlihan määrä on siten 43–63 g viikossa (eli 6–9 g päivässä). Tosiin sanoen **kotimaista naudanlihaa tuotetaan lypsykarjasektorilta 6–9 g henkilöä ja päivää kohden samalla kun tuotetaan ruokasuosituksissa riittäväksi todettu maitomäärä 350–500 g päivässä**. Nykyisin naudanlihan kulutusmäärä on aikuisväestöllä yli kaksinkertainen ja noin 20 % kulutusmäärästä tulee lihantuotantoon erikoistuneesta emolehmätuotannosta. Lähes kaikki tuotettu naudanliha menee kotimaiseen kulutukseen ja lisäksi 11 % naudanlihan kulutuksesta on tuontilihaa (luku 5.4.).

Maidon ja naudanlihan yhteistuotanto ei siis tuota ruokasuositusten näkökulmasta ongelmallisen suurta naudanlihamäärää. Päinvastoin suurinta suositeltua punaisen lihan kulutusta ei pystytä kattamaan kotimaisella lypsykarjasektorin tuotannolla, joka tuottaa sekä maitoa että naudanlihaa, kun keskimääräisessä ruokavaliossa on maitoa ruokasuosituksessa mainittu määrä. Lypsykarjasektorin ulkopuolelta tulevaa muuta punaista lihaa voitaisiin kuluttaa keskimäärin (enintään) 287–306 g viikossa (eli 41–44 g päivässä) ilman, että aiheutuisi punaiseen

<sup>27</sup> Lisäksi broilerinlihan kulutusta ei suositella enää lisättävän rehuna käytettävään soijaan liittyvien biodiversiteettivaikutusten takia. Uusissa ruokasuosituksissa on myös pitkän aikavälin tavoite kaikkien lihojen kulutuksen enimmäismääräksi, joka on 350 g viikossa, mukaan lukien siipikarjan liha (VRN ja THL 2024).

<sup>28</sup> Lisäksi emolehmätuotannosta tulevan naudanlihan ympäristövaikutukset ovat suuremmat kuin yhdistelmätuotannosta tulevan naudanlihan. Poikkeuksena tästä voi olla Suomessa ilmenevät biodiversiteettivaikutukset. Niiden arvioimiseksi ei kuitenkaan ole vielä olemassa luotettavaa elinkaarisia vaikutuksia arvioivaa menetelmää.

lihaan liitettyjä terveyshaittoja. Nykyisin kuitenkin merkittävä osa lihasta kulutetaan lihaval-misteina, joiden kulutusta ei terveysnäkökulmasta suositella ollenkaan.

Kuten tässä synteessä on useissa kohdissa todettu, yksittäisiin ruoka-aineisiin kohdistuvien muutosten vaikutusta ruokavalion ympäristövaikutuksiin on haastavaa hahmottaa yksityis-kohdista käsin. Erityisesti maidon, mutta jossain määrin myös naudanlihan, tärkeä merkitys ruokavaliossa tiettyjen ravintoaineiden lähteenä ja keskeisenä raaka-aineena eri ruoissa vai-keuttaa ympäristövaikutusten kokonaisuuden hahmottamista. Siihen tarvitaan ruokavalio-tason tarkastelua (luku 3) ja ruokavaliomuutoksen kytkemistä ruokajärjestelmätason tarkaste-luihin (luvut 6.4 ja 6.5) tuotantojärjestelmän muutoksen ympäristövaikutusten arvioimiseksi. Nautakarjataloudella on suuri merkitys Suomen maataloudessa ja siinä, miten maatalous vai-kuttaa ympäristöön (luku 5). Ruokasuositusten voi ajatella asettavat nautakarjataloudelle ter-veysperusteiset raamit. Toinen asia on, miten maataloustuotanto järjestetään ja miten sen ympäristövaikutuksia hallitaan ja minimoidaan noissa raameissa.

## **6.5. Maatalouden tulevaisuuskuvia ruokavalion muuttuessa**

*Arto Huuskonen*

Miten Suomen maatalous ja sen ympäristövaikutukset muuttuvat ruokavalion muuttuessa? Tätä kysymystä lähestyttiin vuonna 2022 päättyneessä Kotietu-hankkeessa. Siinä muodostet-tiin Suomen kotieläintuotannolle viisi vaihtoehtoista tulevaisuuskuvaa (Kasvis-Suomi, Ympä-ristö-Suomi, Terveys-Suomi, Huoltokyky-Suomi ja Kotieläin-Suomi) (Kuva 2120) ja mallinnet-tiin vaihtoehtoisten tulevaisuuskuvien yhteiskunnallisia vaikutuksia (Huuskonen 2023). Tule-vaaisuuskuvat muodostettiin sillä periaatteella, että niiden avulla saatiin suuri vaihtelu koti-eläintuotannon laajuuteen: ääripäinä Kasvis-Suomessa kotieläintuotanto loppuu kokonaan ja Kotieläin-Suomessa se on merkittävästi nykyistä laajempaa. Tulevaisuuskuvista Ympäristö-Suomi ja Terveys-Suomi perustuivat suomalaisten ravitsemussuositusten (VRN 2014) suuntais-sille ruokavalioille, mutta muutos nykytilaan oli ravitsemussuosituksia radikaalimpi. Eri tulevai-suuskuvien todennäköisyyteen tai toivottavuuteen ei työssä otettu kantaa, vaikka intuitiivi-sesti jotkin tulevaisuuksista vaikuttavat ehkä todennäköisemmiltä kuin toiset. Tulevaisuusku-vien toivottavuus taas riippuu muun muassa tarkastelijan arvoista, hyötyjen ja haittojen koh-taantumisesta ja kunkin tavasta jäsentää tulevaisuuden tarkempaa sisältöä (Kuhmonen & Kuhmonen 2019).



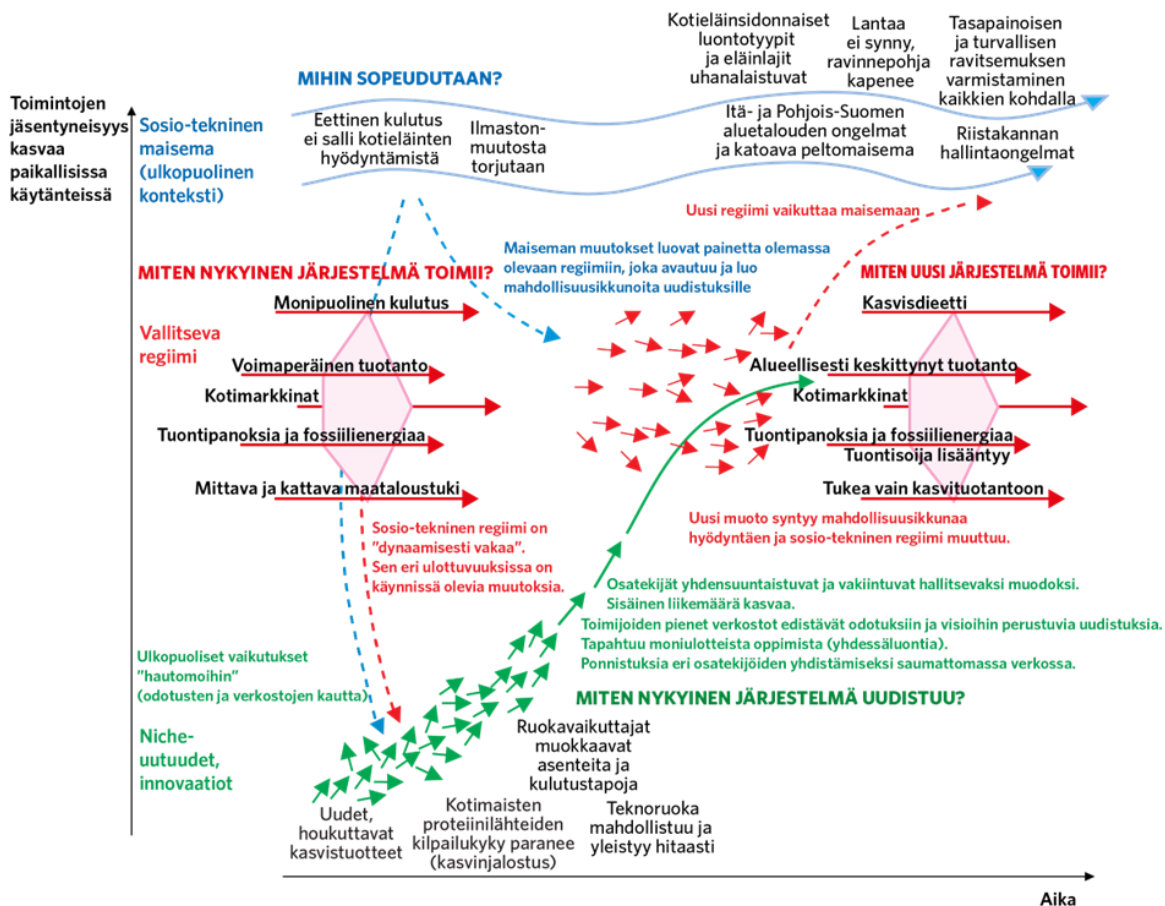
**Kuva 21.** Kotietu-hankkeessa laaditut Suomen kotieläintuotannon tulevaisuuskuvat (Kuhmonen & Kuhmonen 2019). Kuva: Tuomas Kuhmonen.

Tulevaisuuskuvien sisältöä ja vuorovaikutussuhteita tarkennettiin ensisijaisesti haastatteluiden pohjalta. Kuvissa 22–26 on esitelty visuaalisesti viisi tulevaisuuskuvaa sekä niiden keskeiset ajurit ja sisällöt sekä ruokajärjestelmän hallitsevan regiimin muutos kussakin tapauksessa monitasotarkastelun avulla. Yksityiskohtainen esitys käytetyistä menetelmistä ja laadituista tulevaisuuskuvista on julkaistu Kuhmosen & Kuhmosen (2019) raportissa ja tiivistetympi esitys Kotietu-hankkeen loppuraportissa (Kuhmonen & Kuhmonen 2023).

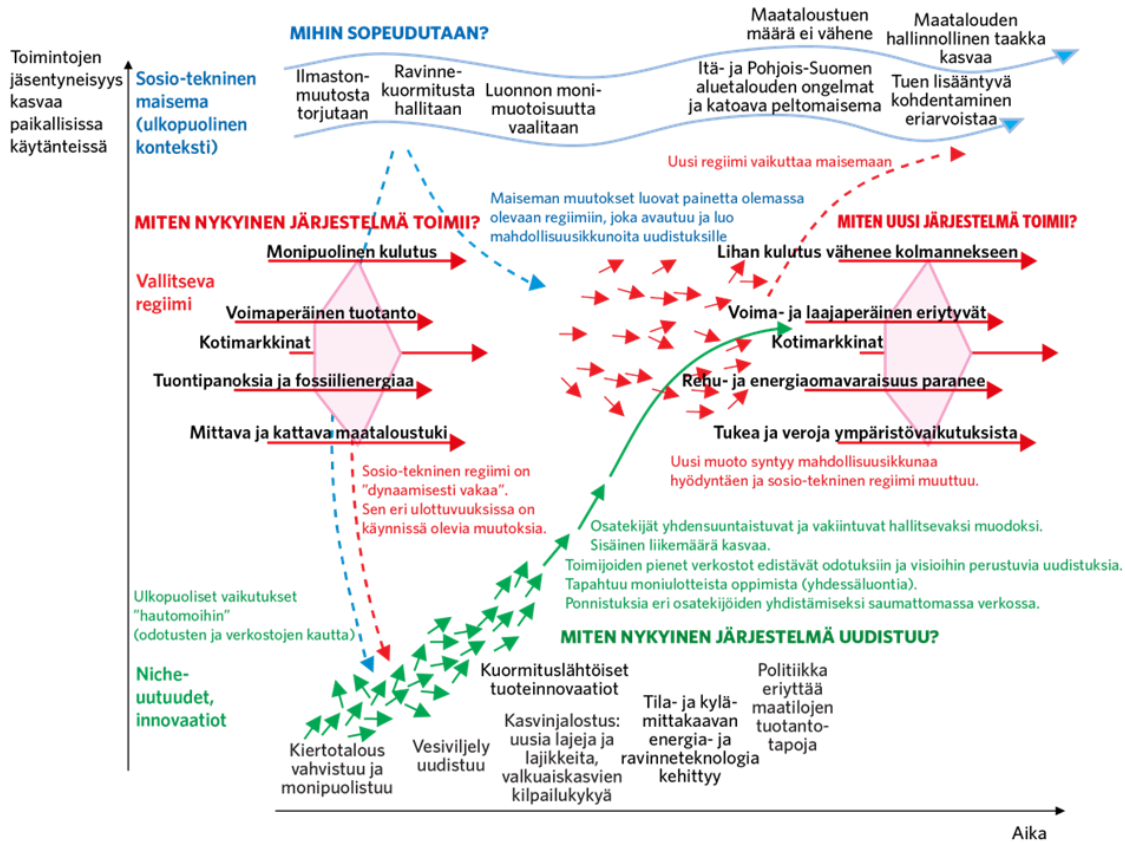
Ruokavalion ja ruokajärjestelmän kestävyuden näkökulmasta kiinnostavimmat skenaariot ovat Ympäristö-Suomi ja Terveys-Suomi. Ympäristö-Suomi-skenaariota tavoitteena oli ympäristön tilan parantaminen, erityisesti maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen, vesistökuormituksen alentaminen ja luonnon monimuotoisuuden lisääminen (Lehtonen ym. 2023). Ympäristötukea maataloudelle lisättiin ja sitä maksettiin vesiensuojelun ja luonnon monimuotoisuuden edistämisen lisäksi myös päästövähennyspalkkioina viljelysmaiden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi (Lehtonen ym. 2023). Terveys-Suomi-skenaariossa johtoajatukseksi oli puolestaan ruokavalion terveellisyys, ei ympäristön tilan parantaminen (Lehtonen 2023). Terveys-Suomi-skenaariossa vähennettiin terveysperusteilla kansallisia kotieläintukia, joita maksetaan maitolitroille ja nautaeläimille. Samoin EU:n maksamia tuotantosidonnaisia tukia vähennettiin (Lehtonen ym. 2023).

Näihin skenaarioihin liittyvillä kotieläintuotannon muutoksilla on suuri vaikutus pellonkäyttöön (Lehtonen ym. 2023). Sekä Ympäristö- että Terveys-Suomi-skenaarioissa viljelyksessä oleva peltoala vähenisi Suomessa alle 1,8 miljoonaan hehtaariin verrattuna vuoden 2018 peltonkäyttötilaston mukaiseen 2,2 miljoonaan hehtaariin (Lehtonen ym. 2023). Tämä johtuu kotieläintuotannon vähenemisestä ja rehuntuotannon laskusta niin viljojen kuin nurmikasvien osalta. Kotieläintuotannon väheneminen vapauttaa suuren määrän rehujen viljelyyn käytettävää peltoalaa erityisesti maan keski- ja pohjoisosista, jos ravintokasvien viljely keskittyy parhaille tuotantoalueille eteläisempään Suomeen. Ruokavaliomuutoksesta johtuva leipäviljan, kauran ja valkuaiskasvien kysynnän kasvu lisää pellon tarvetta selvästi vähemmän kuin rehuntuotannon väheneminen sitä vähentää.

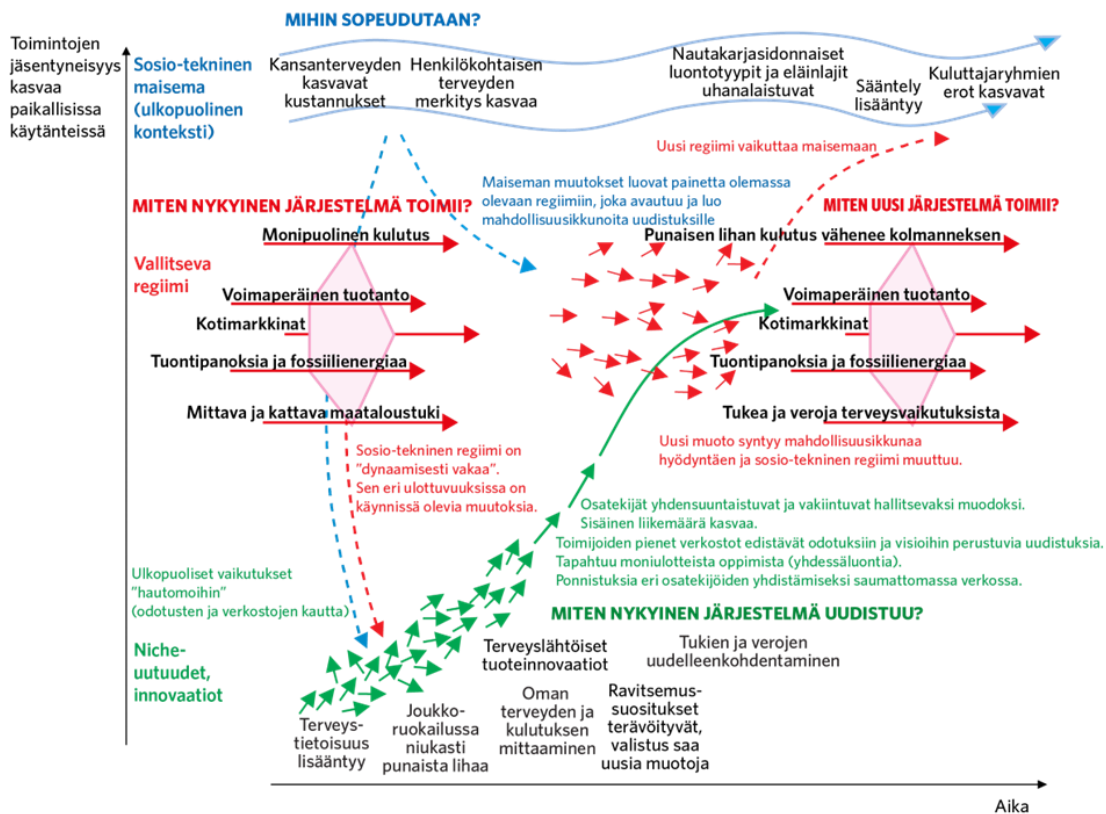
Ympäristö-Suomi-skenaariossa maaperän päästöille asetettu päästövähennyspalkkio vähensi maatalouden kasvihuonekaasupäästöjä lähes välittömästi noin 5 Mt CO<sub>2</sub> ekv. vuositasolla. Vuoteen 2050 mennessä maatalouden kasvihuonekaasupäästöt alenivat Ympäristö-Suomi-skenaariossa noin 50 %. Terveys-Suomi-skenaariossa ei asetettu vuoden 2020 tilanteesta poikkeavia lisäkannustimia maatalouden kasvihuonekaasupäästöille. Tällöin ruokavaliomuutos oli ainut maatalouden tuotantoon ja pellonkäyttöön vaikuttava tekijä. Terveys-Suomi-skenaariossa kotieläintuotannon, etenkin sikojen ja nautakarjan (punaisen lihan) sekä osin myös maidontuotannon, väheneminen oli suhteellisen suuri. Tästä seurasi kuitenkin vain noin 10 % vähennys maatalouden kasvihuonekaasupäästöissä vuoteen 2050 mennessä (Joensuu ym. 2023c). Syynä suhteellisen vähäiseen päästövähennykseen on se, että nurmirehun kysynnän vähentyessä osa turvemaista otetaan rehuviljan viljelyyn, mikä lisää kasvihuonekaasupäästöjä etenkin turvemailla ja pienin osin myös kivennäismailla. Tulos osoittaa, että **ilman kasvihuonekaasupäästövähennyksiä tukevaa pellonkäytön ohjausta suuremmin ruokavaliomuutoksen vaikutus päästöihin voi jäädä pieneksi**. Näin etenkin tilanteessa, jossa maataloustuet kannustavat pitämään koko peltoalan viljelyksessä ja osin myös päästölähteenä (Viitala ym. 2022).



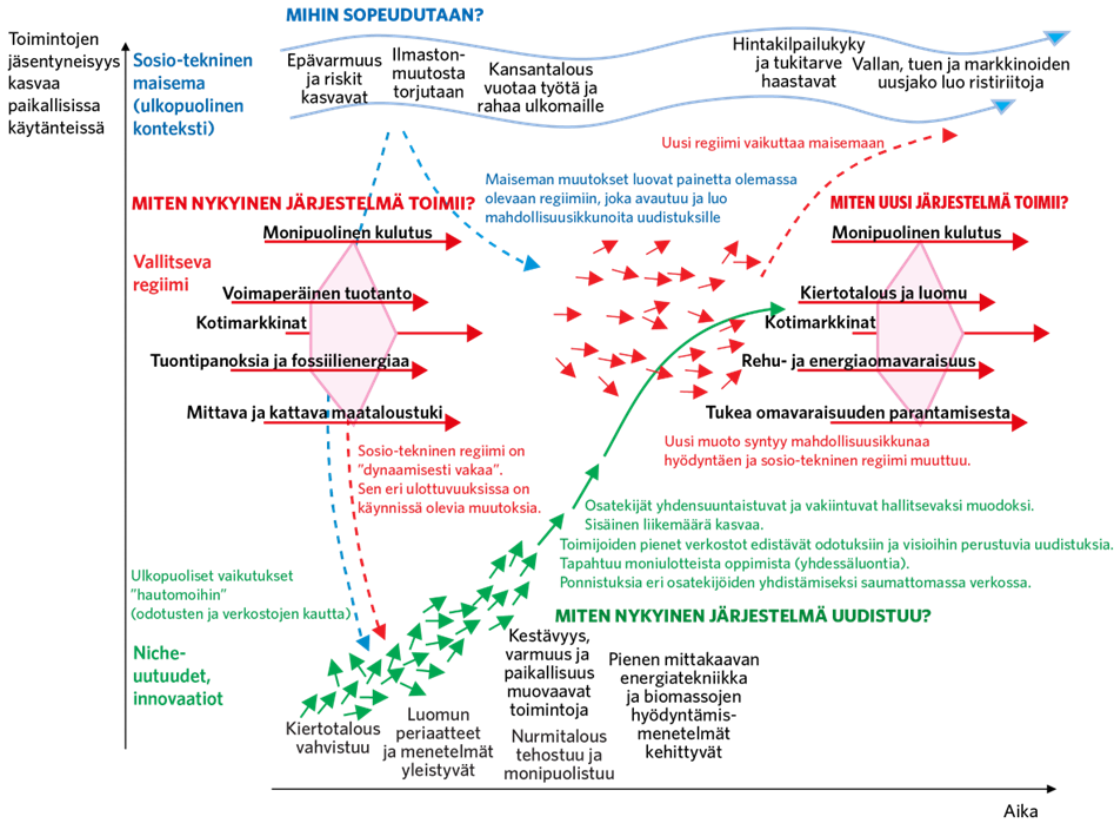
**Kuva 22.** Kasvis-Suomi: ruokajärjestelmän systeeminen muutos (Kuhmonen & Kuhmonen 2019). Kuva: Tuomas Kuhmonen.



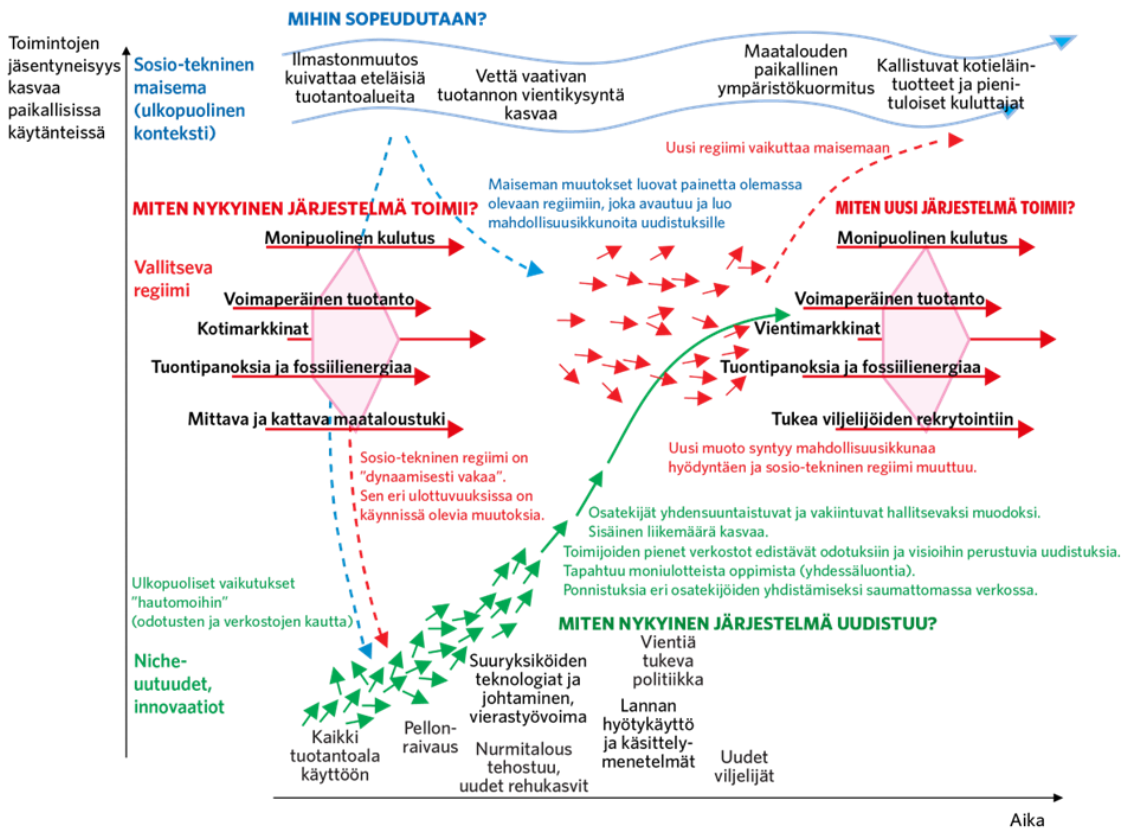
**Kuva 23.** Ympäristö-Suomi: ruokajärjestelmän systeminen muutos (Kuhmonen & Kuhmonen 2019). Kuva: Tuomas Kuhmonen.



**Kuva 24.** Terveys-Suomi: ruokajärjestelmän systeminen muutos (Kuhmonen & Kuhmonen 2019). Kuva: Tuomas Kuhmonen.



**Kuva 25.** Huoltokyky-Suomi: ruokajärjestelmän systeeminen muutos (Kuhmonen & Kuhmonen 2019). Kuva: Tuomas Kuhmonen.



**Kuva 26.** Kotieläin-Suomi: ruokajärjestelmän systeeminen muutos (Kuhmonen & Kuhmonen 2019). Kuva: Tuomas Kuhmonen.

## 6.6. Ruokavaliomuutoksen vaikutukset ruoka- ja maataloussektoriin ja sen ilmastovaikutuksiin

*Heikki Lehtonen, Merja Saarinen ja Venla Kyttä*

Muutos ruokavaliossa vaikuttaa maatalouden tuotantoon Suomessa. Maataloustuotteiden tuotanto ei kuitenkaan todennäköisesti muutu samassa suhteessa kuin kotimainen kulutus, koska Suomen maataloustuotteiden arvoketjut ovat kytköksissä maailman markkinoihin moni tavoin. Vientiä ja tuontia on erityisesti suurimmilla tuotealoilla, liha-, maito- ja viljatuotteissa.

Globaalissa mittakaavassa kasvispainotteiseen ruokavalioon siirtyminen on keskeinen – joskaan ei riittävä – ratkaisu kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi (Humpenöder ym. 2024, Mosnier ym. 2022). Kotieläintuotteiden kysyntä kuitenkin kasvaa globaalisti ja kysynnän odotetaan jatkavan kasvussa lähitulevaisuudessa, koska elintason nousun myötä yhä useammilla on mahdollisuus hankkia kotieläintuotteita. Koska Suomen suhteellinen kilpailuetu on kotieläintuotteissa, on mahdollista, että suomalaisen ruokavaliion muuttuessa ruokavalio ja ruoantuotanto eriytyvät ja kotieläintuotteiden vienti kasvaa, vaikka ruokavaliion muuttuisikin kasvipainotteisemmaksi.

Tässä luvussa kuvataan uusien ravitsemussuositusten (VRN & THL 2024) päivittämisen tueksi mallinnettujen ruokavalioiden (Ruokavirasto 2025, Erkkola ym. 2025) vaikutuksia Suomen ruoka- ja maataloussektoriin ja sen ilmastovaikutuksiin vuoteen 2040 ottaen huomioon talouden dynamiikan. Sektorimallinnuksessa on tärkeää käyttää pitkää tarkasteluajaväliä, koska ruokavalioiden ja maataloustuotannon muutokset tapahtuvat hitaasti. Tarkastelussa keskitytään ns. perusmaatalouteen, maidontuotantoon, naudan-, sian- ja siipikarjanlihantuotantoon ja noin 10 yleisimmän peltokasvin tuotantoon. Nämä maatalouden tuotantosuunnat kattavat yli 95 % maatalousmaan käytöstä (samoin kuin maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä) ja maatilojen lukumäärästä, mutta alle 75 % maatalouden tuotoista ja tuloista. Tarkastelun ulkopuolelle jäävät puutarhatuotanto (neljännes maatalouden tuotoista ja tuloista) sekä kala-, poro- riista-, lammas- ja hevostalous. Tätä mallinnusta eikä sen tuloksia ole toistaisesti julkaistu. Tässä kuvataan tärkeimmät tulokset mallinnuksen pääpiirteet.

Vaikutusten mallinnuksessa käytettiin Lukessa pitkään käytettyä ja kehitettyä maatalouden alueellista DREMFIA-sektorimallia (Lehtonen 2001, Lehtonen & Rämö 2022). Ruoankulutuksen muutos annetaan malliin eksogeenisena, jolloin malli tuottaa kilpailulliset markkinat olettaen, että tarjonta muuttuu suurimmaksi osaksi vastaamalla kysyntämuutokseen. Tarjonta voi tulla sekä kotimaasta että ulkomailta samaan aikaan, koska monissa maataloustuotteissa on samanaikaista tuontia ja vientiä. DREMFIA-mallissa on mallinnettu endogeeniset investoinnit, tuottavuuden ja tilakoon kasvu lypsykarjataloudessa, joka on yhteydessä myös naudanlihan tuotantoon olettaen, että naudat voidaan kasvattaa taloudellisesti optimaaliseen teuraspaimoon (tuotteiden ja tuotantopanosten) hintasuhteiden mukaan. Myös kasvien satotasot ja lehmien keskituotos vastaavat hintasuhteiden muutoksiin.

DREMFIA-malliin vietiin 6 aiemmin laadittujen skenaarioiden mukaista ruokavaliovaihtoehtoa<sup>29</sup> (Taulukko 9), joita seuraten keskimääräinen ruokavalio henkilöä kohden Suomessa muuttuu vähitellen vuoteen 2040 mennessä kunkin vaihtoehdon osoittamalla tavalla suhteessa vuoden 2022 keskeisten maataloustuotteiden kulutukseen (Taulukko 10).

Taulukon 9 vaihtoehdoista keskityttiin pääosin skenaarion 1 eri vaihtoehtoihin, ja kahteen skenaarion 2 vaihtoehtoon, sillä skenaarion 2 lihavaihtoehdot 1 ja 2, sekä lihavaihtoehdot 3 ja 4 tuottavat keskenään samanlaiset ruokavalioskenaariot.

**Taulukko 9.** Skenaariot ja niitä tarkentavat ruokavaliovaihtoehdot.

Skenaariot	Määritelmä
Skenaario 1	Kun ruokaryhmäsuositus annettu vaihteluvälinä, skenaario vastaa - seuraavien ruokaryhmien alarajaa: kasvikset, hedelmät & marjat, palkokasvit, kala - seuraavien ruokaryhmien ylärajaa: maitovalmisteet, punainen liha
Skenaario 2	Kun ruokaryhmäsuositus annettu vaihteluvälinä, skenaario vastaa - seuraavien ruokaryhmien ylärajaa: kasvikset, hedelmät & marjat, palkokasvit, kala - seuraavien ruokaryhmien alarajaa: maitovalmisteet, punainen liha
Lihavaihtoehdot	Kukin skenaarion sisällä 4 eri lihavaihtoehtoa
Lihavaihtoehto 1	Punaisen lihan suositus = punainen liha 100 % vuoden 2022 kulutuksesta, prosessoitu liha 0 %. Siipikarja vuoden 2022 kulutuksen mukaan. Prosessoitu liha sisältää sekä punaista lihaa että siipikarjaa.
Lihavaihtoehto 2	Punaisen lihan suositus = punainen liha 80 % vuoden 2022 kulutuksesta, prosessoitu liha 20 %. Siipikarja vuoden 2022 kulutuksen mukaan. Prosessoitu liha sisältää sekä punaista lihaa että siipikarjaa.
Lihavaihtoehto 3	Punaisen lihan suositus = punainen liha 50 % vuoden 2022 kulutuksesta, prosessoitu liha 0 %, siipikarja 50 % vuoden 2022 kulutuksesta. Prosessoitu liha sisältää sekä punaista lihaa että siipikarjaa.
Lihavaihtoehto 4	Punaisen lihan suositus = punainen liha 30 % vuoden 2022 kulutuksesta, prosessoitu liha 20 %, siipikarja 50 % vuoden 2022 kulutuksesta. Prosessoitu liha sisältää sekä punaista lihaa että siipikarjaa.

<sup>29</sup> Mallinnuksen aikaisemmassa vaiheessa THL laati aikuisten ruokavalioskenaariot ja arvioi niiden ravitsemuksellisen riittävyyden suhteessa uusiin ravitsemussuosituksiin. Helsingin yliopiston ravitsemustieteen tutkijat arvioivat skenaarioiden ravitsemuksellista riittävyyttä lasten näkökulmasta. Luke arvioi ruokavalioskenaarioiden ilmasto- ja lajikatovaikutukset. Tarkasteltujen ruokavalioiden ilmasto- ja lajikatovaikutukset olivat alhaisemmat kuin nykyisellä ruokavaliolla ja ne täyttivät uusien ravitsemussuositusten mukaiset ravintoaineiden saantisuositukset.

**Taulukko 10.** Elintarvikeryhmien kulutus henkilöä kohti eri ruokavaliovaihtoehdoissa suhteessa 2022 elintarvikkeiden kulutukseen (=1). Hedelmät, kala ja kasvikset eivät ole mukana sektori-tason mallinnuksessa.

	Hedelmät	Kala	Kasvikset	Vijjat	Palko- kasvit	Siipi- karjanliha	Sianliha	Naudan- liha	Maito- valmisteet
Skenaario 1, Lihavaihtoehto 1	1,01	1,35	1,22	1,69	2,74	1,00	0,63	0,88	0,94
Skenaario 1, Lihavaihtoehto 2	1,01	1,35	1,22	1,69	2,72	1,00	0,51	0,54	0,94
Skenaario 1, Lihavaihtoehto 3	1,01	1,35	1,22	1,80	2,72	0,50	0,31	0,42	0,94
Skenaario 1, Lihavaihtoehto 4	1,01	1,35	1,22	1,79	2,72	0,50	0,27	0,27	0,94
Skenaario 2, Lihavaihtoehto ½	1,51	2,02	1,95	1,65	4,39	1,00	0	0	0,66
Skenaario 2, Lihavaihtoehto ¾	1,51	2,02	1,95	1,75	4,39	0	0	0	0,66

Eri ruokavaliovaihtoehtojen vaikutuksia verrattiin ns. perusuraan, joka edustaa hyvin hidasta ja maltillista muutosta ruokavalioissa, hinnoissa<sup>30</sup> ja maatalouspolitiikassa<sup>31</sup> 2020–2040. Perusura on määritelty tarkemmin julkaisuissa Lehtonen ym. 2022 ja Huuskonen 2023. Sen mukaan maitotuotteiden ja punaisen lihan (naudanliha, sianliha) kulutus vähenee noin 10–15 % vuoteen 2035 mennessä ja vajaa 20 % vuoteen 2040 mennessä. Samalla siipikarjanlihan kulutus nousee vielä noin 5 % 2022 tasosta ja jää sitten vuoden 2030 jälkeen nousseelle tasolle. Leipäviljan kulutus kasvaa hyvin maltillisesti ja kananmunien kulutus pysyy ennallaan. Perusura on määritelty eri sidosryhmien kanssa vuonna 2020 (Lehtonen ym. 2021), ja 2020–2023 kehityksen perusteella em. perusuran oletukset ovat olleet melko onnistuneita (esim. punaisen lihan kulutus on laskenut todennäköisesti eniten voimakkaan inflaation seurauksena 2022–2023).

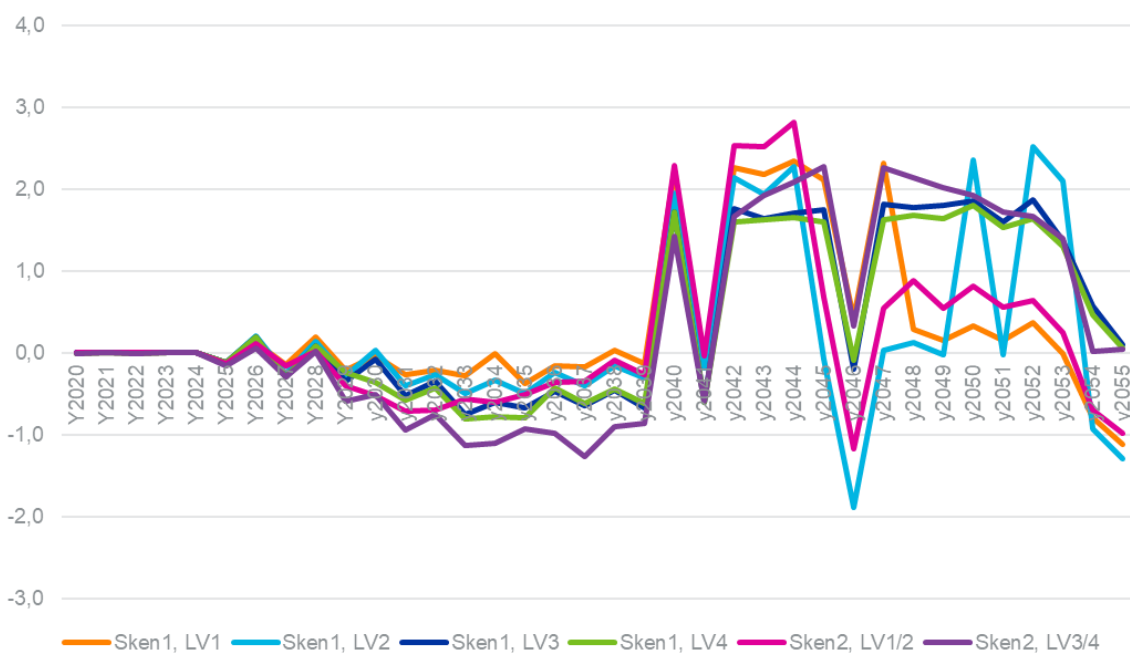
Mallinnustulosten mukaan maidontuotanto ei vähene Suomessa perusuralla, maltillisemmän maidonkulutuksen (-6 %) skenaarioissa eikä edes suurimman (-34 %) kotimaisen kulutuksen vähentämisen skenaarioissa. Sen sijaan sian- ja siipikarjanlihantuotanto vähenee kotimaisen kulutuksen vähentymisen myötä. Naudanlihan kulutuksen väheneminen näkyy ennen kaikkea naudanlihan emolehmätuotannon vähenemisenä, ei maitoketjuun kytköksissä olevan naudanlihan tuotannon vähenemisenä. Pellonkokonaiskäytössä ei tulosten mukaan tapahtuisi ainakaan suurta äkillistä muutosta, vaikka ruokavaliot muuttuisivat erittäin merkittävästi vuoteen 2040 mennessä.

<sup>30</sup> Perusurassa ja kaikissa ruokavaliovaihtoehdoissa EU-tason hinnoiksi oletettiin OECD-FAO:n kesällä 2023 ennustamat EU-tason hinnat keskeisille maataloustuotteille vuoteen 2032, jonka jälkeen hintojen oletettiin pysyvän reaalisesti ennallaan vuoteen 2040 (OECD-FAO 2023). EU-tason hintakehitys seuraa vahvasti globaalia kehitystä.

<sup>31</sup> Maataloustukien ja niiden ehtojen oletetaan pysyvän EU:n CAP-ohjelmakauden 2023–2027 mukaisina aina vuoteen 2040.

Nämä tulokset ovat johdonmukaisia ja ehdollisia mallin oletuksille. Pellonkokonaiskäytön muuttumattomuus johtuu erityisesti siitä, että (1) tuottavuutta parantava maitosektori lisää maidontuotantoa vientiin, jos maitotuotteiden kotimainen kulutus vähenee, (2) leipäviljan kulutus kasvaa yli 60 % useissa ruokavaliovaihtoehdoissa, ja siksi vilja-alan kasvu osittain korvaa vähenevää rehuvilja-alaa; (3) kasvituotteiden vienti- ja tuontihinnat ovat samat ja reaalisesti kohtuullisella tasolla, jonka vuoksi viljan vienti voi kasvaa; (5) muiden kuin vilja- ja nurmikasvien ala muuttuu yhteensä vain vähän, vaikka palkoviljojen elintarvikekäyttö lisääntyy, koska samalla sika- ja siipikarjan täydennysvalkuaisen tarve vähenee nopeasti. Maataloustulo kasvaa skenaarioissa perusuraa enemmän, kun taas työmenekki vähenee kaikissa vaihtoehdoissa. Kehitystä päätuotannonaloilla, peltoalassa, maataloustulossa ja työmenekissä kuvataan tarkemmin alaluvuissa.

Maatalouden ilmastovaikutukset muuttuvat vain vähän perusuralla ja eri ruokavalioskenaarioiden toteutuessa (Kuva 27). Perusurassa maatalouden kasvihuonekaasupäästöt pysyvät melko vakaina lähellä nykyistä tasoa 15 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. Keskeinen ja vähän yllättäväkin tulos on, että Suomen maatalouden päästöt vähenevät vain alle 10 % (maksimissaan 1,2 Mt CO<sub>2</sub>-ekv./vuodessa), vaikka ruokavaliomuutokset olisivat suuriakin. Tärkein syy vähäiselle kasvihuonekaasupäästöjen vähennykselle on se, että turvepeltojen käytön muutokselle ei em. skenaarioissa ole oletettu mitään uutta ohjausta. Tällöin esim. maidontuotannon ja leipäviljan tuotannon kasvu ja nautojen kokonaismäärän väheneminen emolehmätuotannon vähentyessä etenkin Pohjanmaan suuralueella voivat johtaa turvepeltojen intensiivisen käytön ja sitä myöten kasvihuonekaasupäästöjen kasvuun. Näin etenkin, jos lypsykarjatalous, joka tarvitsee nurmen ohella rehuksi myös viljaa, laajenee vauhdilla 2030-luvun lopulla vaihtoehdossa "skenario 2, lihavaihtoehto ¾". Tuloksissa myös turvepeltojen käyttö yksivuotisille kasveille vaihtelee ajan yli ja siksi myös päästöt vaihtelevat. Näiden tulosten mukaan ruokavaliomuutos tarvitsee rinnalleen tehokasta pellonkäytön ohjausta, jotta saavutettaisiin merkittävää maatalouden ilmastovaikutuksen vähenemisen.



**Kuva 27.** Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen muutos suhteessa perusuraan eri ruokavaliovaihtoehdoilla. Laskelma sisältää maataloussektorin CH<sub>4</sub>- ja N<sub>2</sub>O-päästöt ja maatalouden maankäyttösektorin CO<sub>2</sub>-päästöt, mutta ei sisällä maatalouden energiankäytön päästöjä.

### 6.6.1. Maidontuotannon kehitys

Mallinnustulosten mukaan maidontuotannon kehitys on hyvin vakaata perusurassa<sup>32</sup> (Kuva 27). Tuotanto vähenee ensin hieman vuodesta 2023 vuoteen 2026. Tämän jälkeen tuotanto alkaa hitaasti nousta ja ylittää jälleen 2023 tasolle vuoteen 2030 mennessä. Vuoden 2030 jälkeinen tuotanto nousee edelleen hitaasti, niin että vuonna 2040 ollaan lähellä 2,3 miljardin litraa, jossa oltiin vuonna 2020. Pieni nousu johtuu asteittain paranevasta tuottavuudesta, kun erityisesti investoinnit suuriin navettoihin parantavat työn tuottavuutta. Samalla lehmien keskituotos nousee maltillisesti vajaan prosentin vuodessa. Kaiken kaikkiaan maidontuotannon tuottavuus ja kilpailukyky paranevat.

Hyvin samanlainen kehitys toteutuu niissä neljässä ruokavaliovaihtoehdossa (Kuva 28), joissa maidon kokonaiskulutus vähenee henkilöä kohden noin 6 % ajanjaksolla 2022–2040. Tuottavuuttaan ja kilpailukykyään osin vakaan kotimaisen kysynnän ansiosta parantava maitosektori lisää vientiä lähes kotimaan kulutuksen vähenemistä vastaavasti, jolloin tuotannon kokonaisuus on lähellä perusuran tasoa.

Yllättävästi maidontuotanto ei Suomessa vähene myöskään niissä kahdessa ruokavaliovaihtoehdossa, joissa maidon kokonaiskysyntä kotimaan markkinoilla vähenee selvästi enemmän, 34 %, ajanjaksolla 2022–2040. Niissä vienti kasvaa kotimaisen kulutuksen vähentymistä enemmän, ja tuotanto ylittää muiden skenaarioiden tason vuonna 2040. Tämä johtuu etupäässä siitä, että sianlihan kysyntä loppuu kokonaan kahdessa skenaarion 2 ruokavaliovaihtoehdossa, ja sen mukana loppuu myös lähes koko kotimainen sianlihantuotanto. Tämä vapauttaa runsaasti hyväksatoista peltomaata maan etelä- ja länsiosissa maidontuotantoon, jolla on skenaarion 2 vaihtoehdoissa edelleen hyvät toimintaedellytykset etenkin, kun maitotuotteiden vientihintojen oletetaan pysyvän vakaina ja suhteessa korkeampina kuin sian- ja siipikarjanlihan hinnat. Vaihtoehdossa "skenaario 2, lihavaihtoehto ¾" sianlihan lisäksi myös siipikarjanlihan kotimainen kulutus loppuu kokonaan, ja samalla loppuu myös lähes koko siipikarjanlihan tuotanto vuoteen 2040. Sika- ja siipikarjanlihan tuotannossa, jossa tilakoko on jo nyt varsin suuri ei tulosten perusteella ole samanlaista potentiaalia ja mahdollisuutta tuottavuuden parantamiseen tilakokoa kasvattamalla kuin maidontuotannossa. Tämä tarkoittaa vähäisempää kilpailua pellost<sup>33</sup> ja kustannusten alenemista lypsykarjatiloiilla. Tämä johtaa vähitellen kumulatiivisesti isompiin lypsykarjatalouden investointeihin maan länsi- ja osin eteläosissa, joissa tuotanto kasvaa. Maidontuotanto, jossa lehmien rehunkulutuksesta noin puolet on viljapohjaista rehua ja valkuaistäydennysrehua, kasvaa siis maataloussektorin sisäisen optimoinnin seurauksena. Koska rehuvilja suhteellisesti halpenee koko maassa ja peltoalaa sen ja nurmirehun tuottamiseen on käytettävissä, maidontuotanto kasvaa osin myös maan pohjoisosissa.

Maitotuotteiden viennin kasvulle on mahdollisuuksia, koska suomalaisille maitotuotteille on ollut jo pitkään markkinoita ulkomailla. Viimeiset 20 vuotta on noin 35 % Suomessa tuotetusta maidosta viety ulkomaille erilaisina maitotuotteina. Vastaava määrä maitoa on tuotu

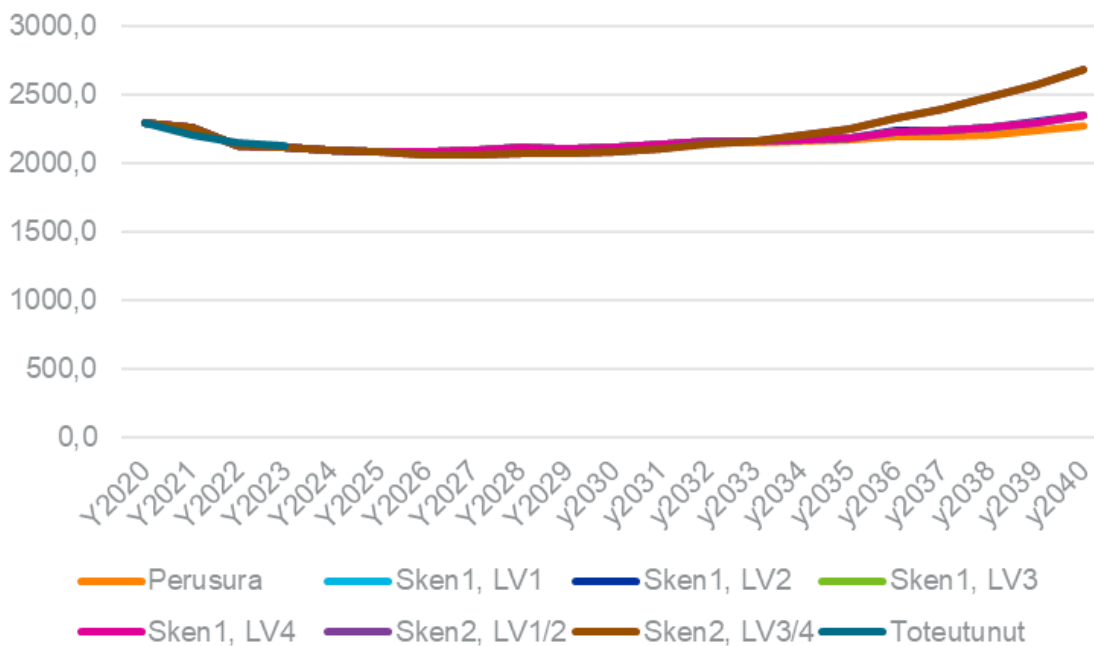
<sup>32</sup> Maidontuotannon kokonaisuus on ollut muutaman viime vuoden ajan Suomessa hitaassa laskussa eri syistä, ei vähiten panoshintojen nousun vuoksi. Meijeriteollisuus on tehnyt myös aiempaa vähemmän tuotantosopimuksia lypsykarjatilojen kanssa, jotta heikosti kannattavaa maitojauheiden vientiä voidaan vähentää ja sitä kautta varmistaa parempi tuottajahinta viljelijöille.

<sup>33</sup> DREMFI-mallin investointimalli ottaa huomioon alueellisen peltoalajoitteen ns. varjohinnan

maahan erilaisina maitotuotteina, joten tuotannon määrä on vastannut likimain kotimaista kysyntää, eli Suomi on maitotuotteiden suhteen omavarainen.

Yhtenä syynä sille, että maidontuotanto ei vähene kotimaisen kysynnän vähentyessä, on mallin oletus, etteivät maatalouspolitiikka ja -tuet muutu. Joissakin muissa tutkimuksissa näitä tukia, samoin kuin nautakarjan eläinkohtaisia tukia, on oletettu alennettavan, jos kotimainen kulutus vähenee (Huuskonen 2023, Lehtonen & Rämö 2022). Tällöin maidontuotanto vähenee kotimaisen kulutuksen vähentyessä, joskaan ei välttämättä yhtä paljon, mikäli EU:n hintataso tekee kannattavan viennin maltillisen kasvun mahdolliseksi. Nyt saaduissa tuloksissa markkinoiden näkymät ovat maitosektorille hieman muita maatalouden sektoreita paremmat, ja yhdessä tuotantosidonnaisten tukien kanssa, niiden vaikutuksesta investoinnit suurempiin ja tuottavampiin maitotiloihin jatkuvat, vaikka kotimainen kulutus vähenee. Seurauksena on maidontuotannon kasvu yli 2,6 miljardiin litraan vuoteen 2040 mennessä runsaan 2,1 miljardin litran tasolta 2022.

Saatu tulos ei ole ennuste, vaan yksi johdonmukainen mahdollisuus asetelmassa, jossa kotimainen kysyntä vähenee asteittain, mutta maataloustuet eläimille ja peltoalalle pysyvät ennallaan, samalla kun vientihinnat ovat hyvällä tasolla. Kehityskulun edellytyksenä on myös se, että peltoa vapautuu sian-, ja siipikarjanlihan ja rehuviljan tuotannosta, mikä tekee mahdolliseksi lypsykarjatilojen investoinnit.

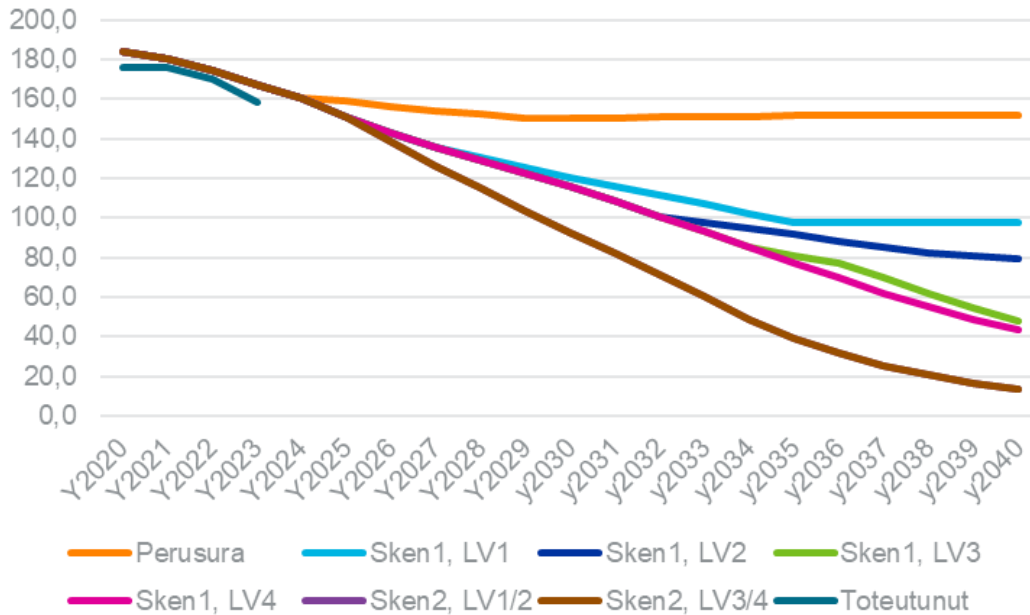


**Kuva 28.** Maidontuotannon kehitys (milj. litraa) perusurassa ja eri ruokavaliövaihtoehdoilla.

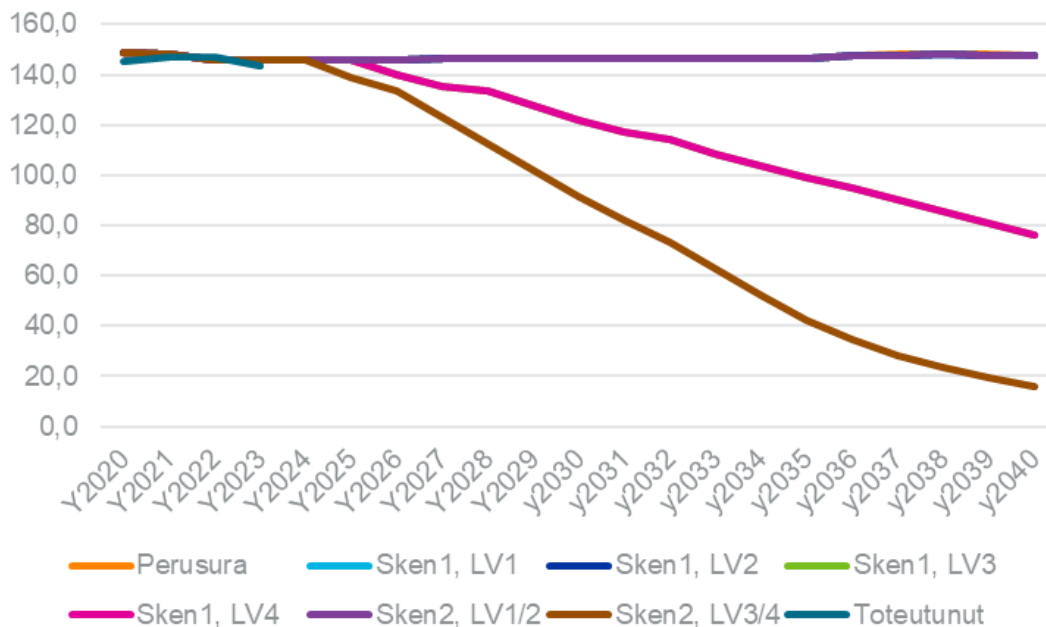
### 6.6.2. Sian- ja siipikarjanlihantuotannon kehitys

Sianlihantuotanto (Kuva 29) vastaa melko suoraan ruokavaliomuutokseen. Muutokset sianlihantuotannossa tapahtuvat kuitenkin 3–5 vuoden viiveellä, koska kotimaan ylitarjontatilanne purkautuu osin viennin kasvuna. Suomalaisella sianlihalla on kysyntää eri maissa: sianlihasta 10–20 % tuotannosta viedään. Myös ulkomaisella sianlihalla on pienet markkinat Suomessa. Sen sijaan siipikarjanlihan viennin ja tuonnin osuus on kokonaistuotantoon nähden vähäinen, minkä vuoksi kotimaisen kulutuksen muutos vaikuttaa melko suoraan ja nopeasti kotimaisen

tuotantoon (Kuva 30). Sika- ja siipikarjatuotannolle ei makseta tuotantosidonnaisia tukia, kuten maito- ja naudanlihantuotannolle, minkä seurauksena tuotanto vastaa nopeammin ja suuremmin kotimaisen kysynnän muutoksiin. Siipikarjanlihantuotanto (Kuva 30) noudattaa melko tarkoin kotimaisen kysynnän trendiä eri skenaarioissa.



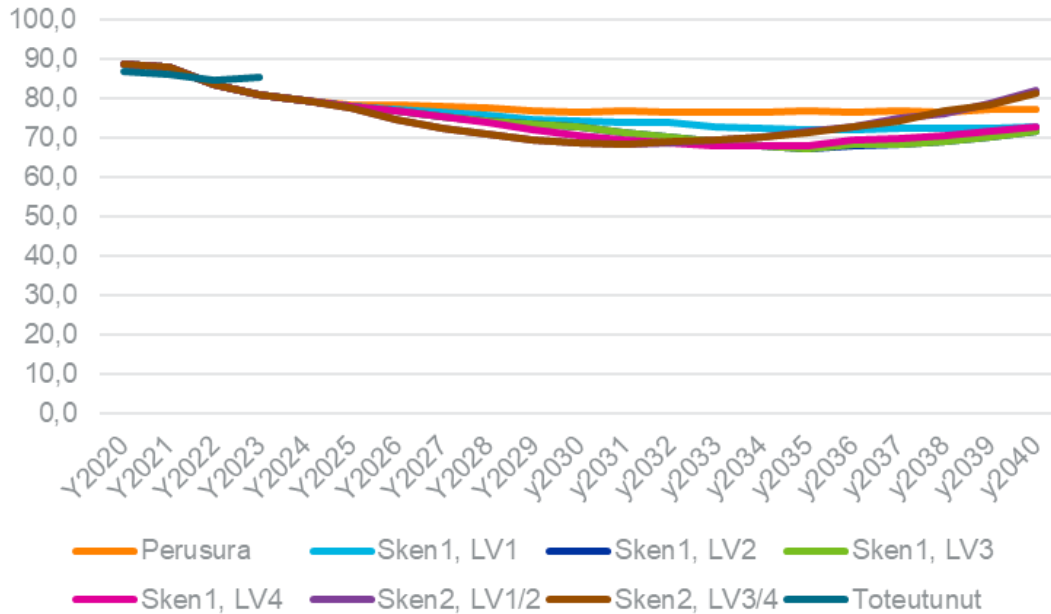
**Kuva 29.** Sianlihantuotannon kehitys (milj. kg) perusurassa ja eri ruokavaliovaihtoehdoilla.



**Kuva 30.** Siipikarjanlihantuotannon kehitys (milj. kg) perusurassa ja eri ruokavaliovaihtoehdoilla.

### 6.6.3. Naudanlihantuotannon kehitys

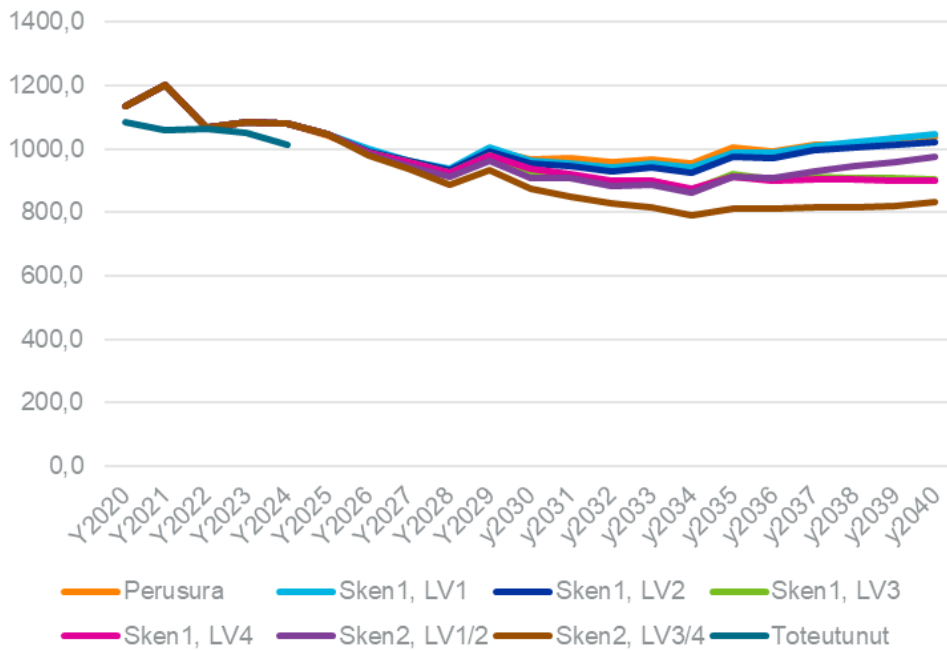
Naudanlihantuotanto (Kuva 31) seuraa läheisesti maidontuotannon kehityssuuntaa, koska valtaosa naudanlihasta tuotetaan lypsyrotuisista eläimistä (ks. luku maidontuotannon ja naudanlihantuotannon suhteesta edellä). Kun naudanlihan kulutus vähenee, vähenee naudanlihan emolehmätuotanto, jolla ei ole yhtä hyviä tuottavuuden kasvu- ja kilpailukyky mahdollisuuksia kuin maidontuotannossa. Sen vuoksi ruokavaliovaihtoehdoissa, paitsi skenaariossa "skenaario 2, lihavaihtoehto ¾" jossa naudanlihantuotanto nousee 2030-luvulla maidontuotannon mukana, naudanlihan kokonaistuotanto jää perusuran tasoa alhaisemmaksi.



**Kuva 31.** Naudanlihantuotannon kehitys (milj. kg) perusurassa ja eri ruokavaliovaihtoehdoilla.

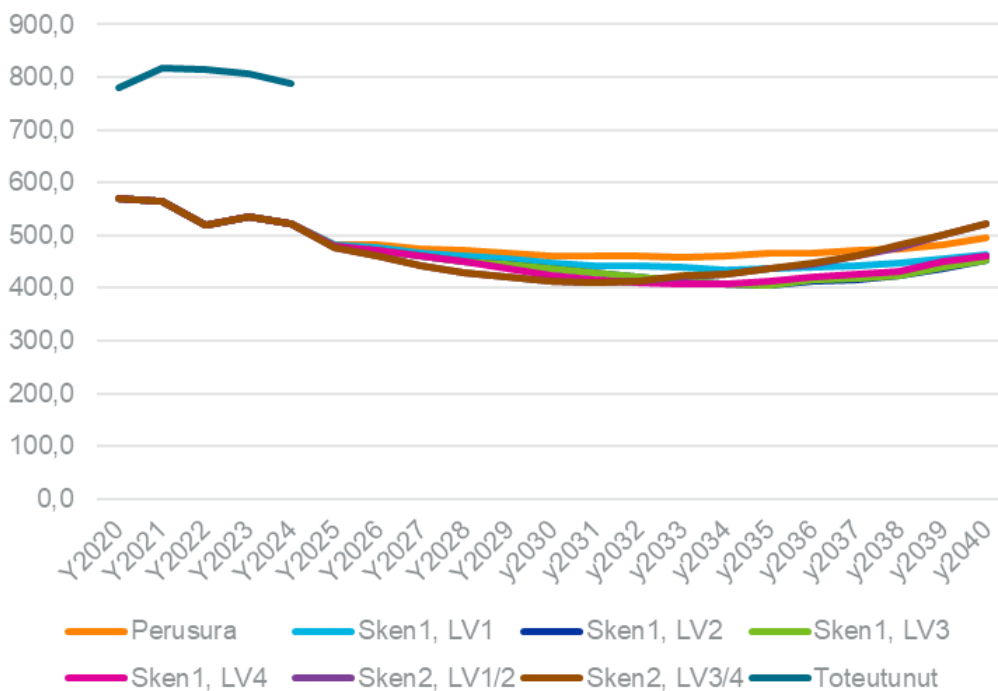
### 6.6.4. Peltoalan kehitys

Sian-, siipikarjan- ja naudanlihan ja osin maitotuotteiden kulutuksen vähenemisestä huolimatta **viljakasvien kokonaisviljelyala** (Kuva 32) vähenee varsin vähän eri ruokavalioskenaarioissa, koska peltoalalle on jatkossakin käyttöä esim. maidon- ja kananmunien tuotannon ja viennin kasvun ansiosta, ja koska leipäviljan kokonaiskäyttö kasvaa yli 60 % 2022–2050. Näin käy tulosten mukaan osin ennallaan pysyvien peltoalatukien vuoksi, ja osin siksi, että viljan vienti alkaa vähitellen kasvaa, vaikka sen EU-hintojen oletetaan pysyvän reaalisesti ennallaan. Viljan vienti kasvaa eniten kauran, vehnän ja ohran viennin maltillisen kasvun vuoksi. Eniten vilja-ala vähenee vaihtoehdossa "skenaario 2, lihavaihtoehto ¾", kokonaisuutena noin 200 000 ha, eli lähes 10 %, perusuraan verrattuna.



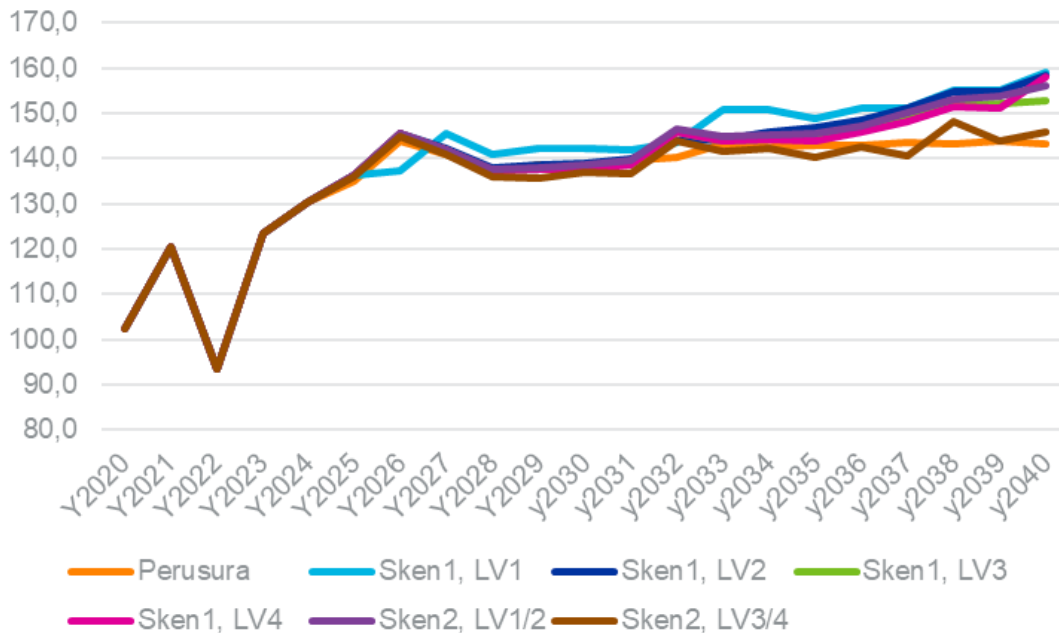
**Kuva 32.** Viljan kokonaisviljelyala (1 000 ha) perusurassa ja eri ruokavaliovaihtoehdoilla.

**Rehunurmien viljelyalassa** ei tapahdu suuria muutoksia eri skenaarioiden välillä (Kuva 33). Tähän vaikuttaa em. maidontuotannon pysyminen lähes vakiona tai jopa kasvu, sekä se, että nykyisillä kauden 2023–2027 peltotuilla pelto kannattaa pitää viljeltyinä, ellei viljan tuotannossa, niin laajaperäisenä rehunurmialana. Tähän myötävaikuttavat ympäristökorvauksen tuet ml. talviaikaisen kasvipeitteisyyden tuet. Rehunurmien kokonaisala on DREMFA-mallin tuloksissa noin 200 000 ha pienempi kuin todellisuudessa, koska mallista puuttuu lammas-, vuohi- ja hevostalous Osa kasvitiloista, joilla ei ole eläimiä, viljelee myös rehunurmia osana viljelykiertoa.



**Kuva 33.** Rehunurmien kokonaisviljelyala (1 000 ha) perusurassa ja eri ruokavaliovaihtoehdoilla.

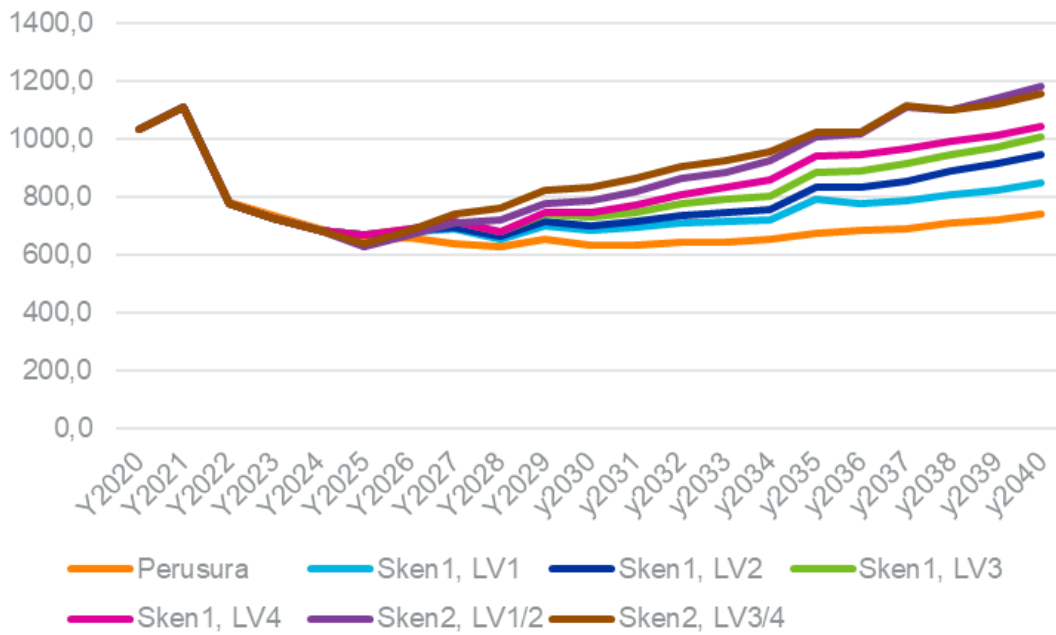
**Muiden kasvien** kuin viljojen ja rehunurmien tuotantoalat yhteissumma kasvaa lievästi (Kuva 34). Palkoviljojen tuotanto kasvaa 10–20 000 ha eri skenaarioissa vastaten kasvavaan elintarvikekysyntään, joka moninkertaistuu eräissä ruokavaliovaihtoehdoissa, samalla kun etenkin sika- ja siipikarjatuotannon täydennysvalkuaisen tarve vähenee nopeasti ja loppuu kokonaan skenaarion 2 ruokavaliovaihtoehdoilla.



**Kuva 34.** Muiden kuin vilja- ja nurmikasvien pinta-ala (öljykasvit, peruna, sokerijuurikas, herne) eri skenaarioissa.

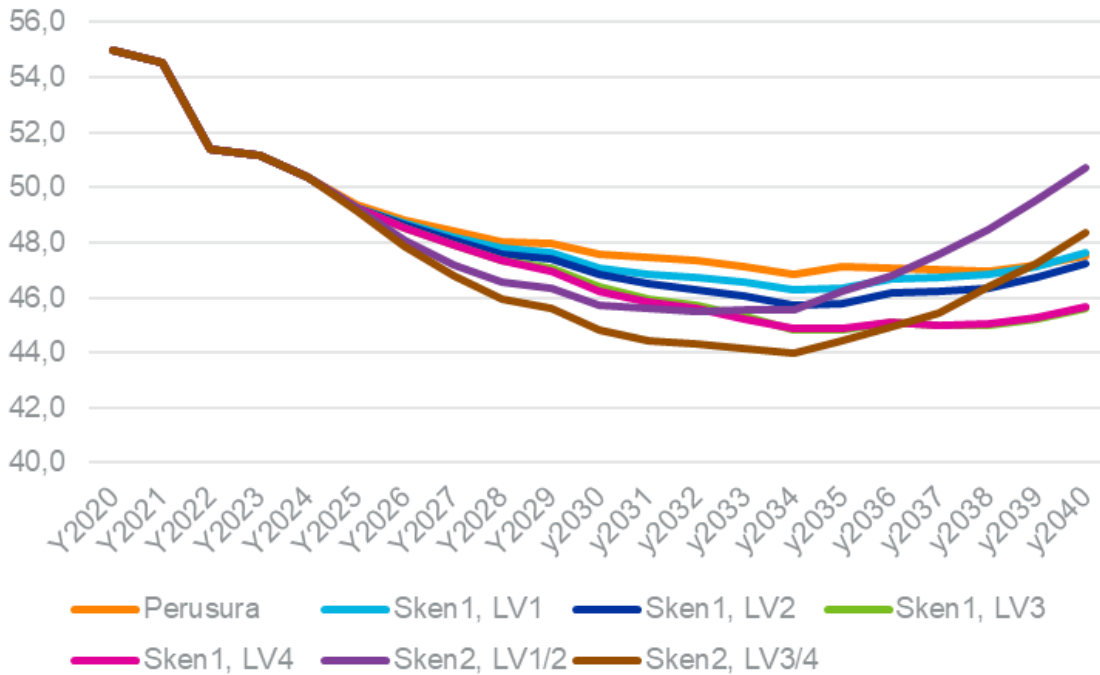
### 6.6.5. Maataloustulon ja työmenekin kehitys

Maataloustulo kasvaa perusuraa enemmän kaikissa skenaarioissa (Kuva 35). Tämä johtuu pitkälle tuottavuutta parantavasta ja kustannuksiaan alentavasta maidontuotannosta. Maidontuotanto hyötyy, kun peltoalaa vapautuu sika- ja siipikarjataloudelta, osin emolehmätuotannolta ja etenkin heikosti kannattavalta viljantuotannolta. Myös kananmunien lisääntyvä tuotanto vientiin voi kasvattaa maataloustuloa perusuraan nähden. Samalla perusurassa runsaasti tuotettavan ja hinnaltaan alhaisen rehuviljan tuotannon korvautuminen osin leipäviljan tuotannolla nostaa maataloustuloa, koska leipäviljasta maksetaan selvästi rehuviljaa enemmän viljelijälle.



**Kuva 35.** Maataloustulo eri skenaarioissa.

Työn menekki perusmaataloudessa (Kuva 36) vähenee perusurassa ja useissa ruokavaliovaihtoehdoissa, koska etenkin lypsykarjatalous tehostuu. Muissa tuotantosuunnissa työn käytön tehostuminen on vähäisempää. Sika- ja siipikarjatalouden sekä emolehmuotannon vähentyminen vähentävät työnmenekkiä eri ruokavalioskenaarioissa, mutta maidontuotannon kasvu skenaarion 2 ruokavaliovaihtoehdoissa kääntää työnmenekin nousuun.



**Kuva 36.** Työnmenekki, 1 000 työllistä (1 työvuosi=1 700 tuntia) eri skenaarioissa.

## Viitteet

- Aakkula, J. & Leppänen, J. (toim.) 2014. Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seuranta-tutkimus (MYTVAS 3) – Loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö 3/2014. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-453-852-7>
- Adjassin & Bayat 2024, julkaisematon data Jokioisten tutkimusnavetasta
- Ahlgren, S., Morel, K. & Hallström, E. 2022. Mapping of biodiversity impacts and hotspot products in Nordic food consumption. RISE Report 2022:25
- Andrade, T. A., dos Passos, N. H. M., Fetzer, D. E., & Ambye-Jensen, M. (2024). Impact of bio-mass harvest-to-processing time on protein extraction in a green biorefinery demonstration plant. *Chemical Engineering Transactions*, 109, 109–114. <https://doi.org/10.3303/CET24109019>
- Apetit 2024. Ruoan ilmastovaikutukset. <https://apetit.fi/ruoan-ilmastovaikutukset>. Viitattu 21.11.2024.
- Arabzadeh, V., Miettinen, P., Kotilainen, T., Herranen, P., Karakoc, A., Kummu, M. & Rautkari, L. 2023. Urban vertical farming with a large wind power share and optimised electricity costs. *Applied Energy* 331: 120416. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120416>
- Auvinen, A.-P., Kemppainen, E., Jäppinen, J.-P., Heliölä, J., Holmala, K., Jantunen, J., Koljonen, M.-L., Kolström, T., Lumiaro, R., Punttila, P., Venesjärvi, R., Virkkala, R. & Ahlroth, P. 2020. Suomen biodiversiteettistrategian ja toimintaohjelman 2012–2020 toteutuksen ja vaikutusten arviointi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:36. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-915-8>
- Belachew, K., Söderholm-Emas, A.E., Topp, C.F.E., Watson, C.A. & Stoddard, F. 2023. Management factors affecting faba bean yield. *Legume perspectives* 24: 15-17.
- Benton, T.G., Harwatt, H., Høyer-Lund, A., Meltzer, H.M., Trolle, E. & Blomhoff, R. 2024. An Overview of Approaches for Assessing the Environmental Sustainability of Diets – a Scoping Review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food & Nutrition Research* 68 (December 27, 2024). <https://doi.org/10.29219/fnr.v68.10453>.
- Bianchi, M., Strid, Winkvist, A., Lindroos, A-K., Sonesson, U. and Hallström, E. 2020. "Systematic Evaluation of Nutrition Indicators for Use within Food LCA Studies." *Sustainability* 12, no. 21 (October 29, 2020): 8992. <https://doi.org/10.3390/su12218992>.
- Biokierto 2024. Suomeen on suunnitteilla ja rakenteilla 42 biokaasulaitosinvestointia vuosina 2024–2027. Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. 14.3.2024. Viitattu 8.11.2024. <https://biokierto.fi/tiedote-suomeen-on-suunnitteilla-ja-rakenteilla-43-biokaasulaitosinvestointia-vuosina-2024-2027>
- Blomhoff, R., Andersen, R., Arnesen, E.K., Christensen, J.J., Eneroth, H., Erkkola, M., ...& Trolle, E. 2023. Nordic Nutrition Recommendations 2023: Integrating Environmental Aspects [Internet]. Copenhagen: Nordisk Ministerråd. 388 p. (Nord). <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:norden:org:diva-12891>

- Bolinder, M.A., Kätterer, T. & Andrén, O., Ericson, L., Parent, L.-E. & Kirchmann, H. 2010. Long-term soil organic carbon and nitrogen dynamics in forage-based crop rotations in Northern Sweden (63–64 N). *Agriculture, Ecosystems & Environment* 138: 335–342.
- Boulay, A.M., Bare, J., Benini, L., Berger, M., Lathuillière, M.J., Manzardo, A., Margni, M., Motoshita, M., Núñez, M., Pastor, A.V. & Ridoutt, B. 2018. The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE). *The International Journal of Life Cycle Assessment* 23(2): 368–378.
- Chaudhary, A. & Brooks, T.M. 2018. Land use intensity-specific global characterization factors to assess product biodiversity footprints. *Environmental Science & Technology* 52(9): 5094–5104.
- Coller FAIRR 2024. Coller FAIRR Protein Producer Index 2023/24. <https://www.fairr.org/resources/reports/protein-producer-index-2023>
- Cundiff, L.V. 1970. Experimental results on crossbreeding cattle for beef production. *Journal of Animal Science* 30: 694–705. <https://doi.org/10.2527/jas1970.305694x>
- Dillard, E.U., Rodriguez, O. & Robison, O.W. 1980. Estimation of additive and nonadditive direct and maternal genetic effects from crossbreeding beef cattle. *Journal of Animal Science* 50: 653–663. <https://doi.org/10.2527/jas1980.504653x>
- Dorca-Preda, T., Mogensen, L., Kristensen, T. & Knudsen, M.T. 2021. Environmental impact of Danish pork at slaughterhouse gate – a life cycle assessment following biological and technological changes over a 10-year period. *Livestock Science* 251: 104622.
- EAAP 2024. 75th EAAP Annual Meeting. 1–5 September 2024. Florence, Italy. Session 51: Genetic progress vs animal welfare? Viitattu 13.11.2024. <https://eaap.org/announcement-publication-of-the-book-of-abstracts-for-the-75th-eaap-annual-meeting>
- Economist impact, 2022. Global Food Security Index 2022 - Exploring challenges and developing solutions for food security across 113 countries. [Global Food Security Index \(GFSI\)](#)
- Eduskunta 2022. Hallituksen esitys HE 186/2022 vp. Viitattu 17.11.2024. [https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Sivut/HE\\_186+2022.aspx](https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Sivut/HE_186+2022.aspx)
- EFSA (European Food Safety Authority), Carrasco Cabrera, L. & Medina Pastor, P. 2022. The 2020 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal* 20(3): 7215.
- EFSA 2024. Dietary reference values. 5.8.2024. <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/dietary-reference-values>
- EFSA AHAW Panel 2022. Welfare of broilers on farm. EFSA Panel on Animal Health and Welfare. Requestor: European Commission. Question number: EFSA-Q-2020-00479. *EFSA Journal*.

- Erkkola, M., Berg, O., Brugård Konde, Å., Gunnarsdottir, S., Dahl Lassen, A., Kaartinen, N.E., ... & Meinila, J. 2025. From evidence to action: implementing the Nordic Nutrition Recommendations in national policy. *Proceedings of the Nutrition Society 2025*: 1–12. doi:10.1017/S0029665125100682
- EU Komissio. 2009. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/128/EY, annettu 21 päivänä lokakuuta 2009, yhteisön politiikan puitteista torjunta-aineiden kestävästä käytöstä aikaansaamiseksi. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32009L0128>
- EU Komissio. 2018. KOMISSION TIEDONANTO EUROOPAN PARLAMENTILLE, NEUVOSTOLLE, EUROOPAN TALOUS- JA SOSIAALIKOMITEALLE JA ALUEIDEN KOMITEALLE Pölyttäjiä koskeva EU:n aloite. [EUR-Lex - 52018DC0395 - EN - EUR-Lex](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52018DC0395)
- EU Komissio. 2019. KOMISSION TIEDONANTO EUROOPAN PARLAMENTILLE, EUROOPPA-NEUVOSTOLLE, NEUVOSTOLLE, EUROOPAN TALOUS- JA SOSIAALIKOMITEALLE JA ALUEIDEN KOMITEALLE Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>
- Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2023. Kasvihuonetuotannon vedet ja ravinteet kiertoon – opas mahdollisuuksien kartoittamiseen. Opas 1/2023.
- EU 2021. Komission suositus (EU) 2021/2279, annettu 15 päivänä joulukuuta 2021, ympäristöjalanjälkeä koskevien menetelmien käyttämisestä tuotteiden ja organisaatioiden elinkaaren ympäristötehokkuuden mittaamiseen ja siitä tiedottamiseen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32021H2279>
- EUMOFA 2024. The EU Fish Market. 2023 edition. [https://eumofa.eu/documents/20124/356-68/EFM2023\\_EN.pdf/95612366-79d2-a4d1-218b-8089c8e7508c?t=1699541180521](https://eumofa.eu/documents/20124/356-68/EFM2023_EN.pdf/95612366-79d2-a4d1-218b-8089c8e7508c?t=1699541180521)
- FAO 2024a. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
- FAO 2024b. FAOSTAT. Pesticides Use. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2025. The State of Food Security and Nutrition in the World 2025 – Addressing high food price inflation for food security and nutrition. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd6008en>
- FAOSTAT 2024. Climate change: Agrifood systems emissions. Viitattu 7.11.2024. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- FAOSTAT 2025. Production. Crops and livestock products. Last update: 27.2.2025.
- Finocchiaro, R., Tiezzi, F. & Cassandro, M. 2024. The evolution of dairy cattle breeding objectives. Session 51: Genetic progress vs animal welfare? 75th EAAP Annual Meeting. 1–5 September 2024. Florence, Italy. Viitattu 13.11.2024. <https://eaap.org/announcement-publication-of-the-book-of-abstracts-for-the-75th-eaap-annual-meeting>

- Fleming, V., Kuosa, H., Hoikkala, L., Räike, A., Huttunen, M., Miettunen, E., Virtanen, E., Tuomi, L., Nygård, H. & Kauppila, P. 2021. Rannikkovesiemme vedenlaadun ja rehevöitymistilan tulevaisuus ja sen arvioiminen. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:14.
- Franco, S., Barbanera, M., Moschetti, R., Cicatiello, C., Secondi, L. & Massantini, R. 2022. Over-nutrition is a significant component of food waste and has a large environmental impact. *Scientific Reports* 12(1): 8166.
- Fulgoni, V.L., Keast, D.R. & Drewnowski, A. 2009. "Development and Validation of the Nutrient-Rich Foods Index: A Tool to Measure Nutritional Quality of Foods." *The Journal of Nutrition* 139(8): 1549–54. <https://doi.org/10.3945/jn.108.101360>.
- Guinguina, A., Yan, T., Lund, P., Bayat, A.R., Hellwing, A.L.F. & Huhtanen, P. 2020a. Between-cow variation in the components of feed efficiency. *Journal of Dairy Science* 103: 7968–7982. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18257>
- Guinguina, A., Yan, T., Bayat, A.R., Lund, P. & Huhtanen, P. 2020b. The effects of energy metabolism variables on feed efficiency in respiration chamber studies with lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 103: 7983–7997. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18259>
- Hagner, M., Rämö, S., Soenne, H., Nuutinen, V., Muilu-Mäkelä, R., Heikkinen, J., Hyvönen, J., Ohralahti, K., Silva, V., Osman, R., Ritsema, C., Geissen, V. & Keskinen, R. 2024. Pesticide residues in boreal arable soils: Countrywide study of occurrence and risks. *Environmental Pollution* 357: 124430. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.124430>
- Hartikainen, H., Riipi, I., Katajajuuri, J.M. & Silvennoinen, K. 2020. From measurement to management: Food waste in the Finnish food chain. Teoksessa: *Food Waste Management: Solving the Wicked Problem*. s. 415–439.
- Hassinen, S. 2023. Liharoturisteytyksissä piilee vielä potentiaalia. *Nauta* 2: 37.
- Heikkinen, J., Keskinen, R., Kostensalo, J. & Nuutinen, V. 2022. Climate change induces carbon loss of arable mineral soils in boreal conditions. *Global Change Biology* 28: 3960–3973.
- Heikkinen, J., Lång, K., Honkanen, H. & Mylly, M. 2024. Mitigation of greenhouse gas emissions by optimizing groundwater level in boreal cultivated peatland. *Wetlands* 44: 78. <https://doi.org/10.1007/s13157-024-01833-4>
- Heiska, S., Hakala, K., Hoppula, K., Jaakkonen, A.-K., Kivijärvi, P., Mäki, M., Ojanen, H. & Suojala-Ahlfors, T. 2022. Vihanneksia viljelyyn : Pohjois-Karjalan vihannestoimialan kehittämistarveanalyysi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 3/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 68 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-352-7>
- Hellberg, T. 2024. Maidontuotannon tulosseminaari 2024. Viitattu 18.4.2024. <https://www.proagria.fi/ajankohtaista/maidontuotannon-tulosseminaari-2024>  
<https://www.proagria.fi/uploads/Lypsykarjan-tuotosseurannan-tulokset-20231.pdf>
- Hellweg, S. & Milà i Canals, L. 2014. Emerging approaches, challenges and opportunities in life cycle assessment. *Science* 344: 1109–1113. <https://doi.org/10.1126/science.1248361>

- Henryson, K., Meurer, K.H., Bolinder, M.A., Kätterer, T. & Tidåker, P. 2022. Higher carbon sequestration on Swedish dairy farms compared with other farm types as revealed by national soil inventories. *Carbon Management* 13: 266–278.
- Hietala, S., Smith, L., Knudsen, M.T., Kurppa, S., Padel, S. & Hermansen, J.E. 2015. Carbon footprints of organic dairying in six European countries—real farm data analysis. *Organic Agriculture* 5: 91–100.
- Hietala, S., Pulkkinen, H., Järvenranta, K., Virkajärvi, P., Huuskonen, A. & Nousiainen, J. 2018. Mitigating environmental impacts of beef production – scenario comparison. Teoksessa: *Book of Abstracts, 11th International Conference on Life Cycle Assessment of Food (LCA Food 2018)*.
- Hietala, S., Heusala, H., Katajajuuri, J.M., Järvenranta, K., Virkajärvi, P., Huuskonen, A. & Nousiainen, J. 2021. Environmental life cycle assessment of Finnish beef – cradle-to-farm gate analysis of dairy and beef breed beef production. *Agricultural Systems* 194.
- Hietala, S., Leino, A.M., Nousiainen, J. & Huuskonen, A. 2022a. Improving efficiency of Finnish beef production through breeding with genomic selection effects climate impact of beef. Teoksessa: *Proceedings of 13th International Conference on Life Cycle Assessment of Food (LCA Foods 2022)*. 12–14 October 2022, Lima, Peru. PELCAN-PUCP,
- Hietala, S., Negussie, E., Astaptsev, A., Leino, A.M. & Lidauer, M. 2022b. Breeding towards efficiency in Finnish dairy and beef cattle improves environmental performance. Teoksessa: *Book of Abstracts of the 73rd Annual Meeting of the European Federation of Animal Science*. Wageningen Academic Publishers.
- Hietala, S., Stoddard, F., Simojoki, A., Timonen, K., Reinikainen, A. & Välimaa, A.L. 2022c. Pre-crop effect is often neglected in LCA of crops in cultivation sequences – simulations with selected approaches for allocation. Teoksessa: *Book of Abstracts: XVII Congress of the European Society for Agronomy*, 29 August – 2 September 2022, Potsdam, Germany.
- Hietala, S., Usva, K., Nousiainen, J., Vieraankivi, M.L., Vorne, V. & Leinonen, I. 2022d. Environmental impact assessment of Finnish feed crop production with methodological comparison of PEF and IPCC methods for climate change impact. *Journal of Cleaner Production* 379: 134664.
- Hietala, S., Usva, K., Vorne, V., Vieraankivi, M.-L., Nousiainen, J. & Leinonen, I. 2022e. Sian- ja broilerinlihan ympäristökilpailukyky. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 67/2022*. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 78 s.
- Hietala, S., Kuoppala, K. & Lamminen, M. 2023a. Leg4Life-hankkeen alustavia tuloksia. Julkaisussa: *Ratkaisuja Suomen ruokastrategiaan. FOOD-ohjelman tietopaketti päättäjille. Strateginen tutkimus, Suomen Akatemia*. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/-10024/554558/ST\\_FOOD-ohjelman\\_tietopaketti\\_A4\\_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/-10024/554558/ST_FOOD-ohjelman_tietopaketti_A4_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Hietala, S., Vanhatalo, A., Kuoppala, K., Kokkonen, T., Reinikainen, A., Vikki, K. & Välimaa, A.-L. 2023b. Effects of increasing portion of grass-silage in dairy cow diet on carbon footprint of raw milk. Teoksessa: Book of Abstracts of the 74th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science. Wageningen Academic Publishers.
- Hietala, S., Usva, K., Vieraankivi, M.L., Vorne, V., Nousiainen, J. & Leinonen, I. 2024a. Environmental sustainability of Finnish pork production: life cycle assessment of climate change and water scarcity impacts. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 29(3): 483–500.
- Hietala, S., Vanhatalo, A., Kuoppala, K., Kokkonen, T., Reinikainen, A., Vikki, K. & Välimaa, A.-L. 2024b. Reduced climate change impact of milk achieved with introduction of faba bean in dairy cows' diet. Teoksessa: Book of Abstracts of the 75th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science. EAAP, Via G. Tomassetti 3 A/1, Rome, Italy.
- Hietala, S., Vikki, K., Reinikainen, Vanhatalo, A., Kuoppala, K., Kokkonen, T. & Välimaa, A.-L. 2025a. Social and environmental impacts of milk production – comparison of dairy cows' diet scenarios. In Book of Abstracts of the 76th Annual Meeting of The European Federation of Animal Science. Innsbruck, Austria 25-29 August, 2025. EAAP, Via G. Tomassetti 3 A/1, Rome, Italy.
- Hietala, S., Vikki, K., Reinikainen, A., Kuoppala, K., Vanhatalo, A., Kokkonen, T., & Välimaa, A.-L. 2025b. The effect of the introduction of leguminous feed crops to dairy cow diets on the environmental and social sustainability of milk: A life cycle approach. *The International Journal of Life Cycle Assessment* (vertaisarvioitavana)
- Holzknicht, A., Land, M., Dessureault-Rompré, J., Elsgaard, L., Lång, K. & Berglund, Ö. 2025. Effects of converting cropland to grassland on greenhouse gas emissions from peat and organic-rich soils in temperate and boreal climates: a systematic review. *Environmental Evidence* 14: 1. <https://doi.org/10.1186/s13750-024-00354-1>
- Hospers, J., Kuling, L., Modernel, P., Lesschen, J. P., Blonk, H., Battle-Bayer, L., van Straalen, W. & Dekker, S. 2022. The evolution of the carbon footprint of Dutch raw milk production between 1990 and 2019. *Journal of Cleaner Production*, 380, 134863. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134863>
- Huhtamäki, T. 2023. Tuotosseurantakarjojen rehunkulutus 2022. ProAgria Keskusten Liitto. [https://www.proagria.fi/uploads/Rehunkulutus2022\\_huhtamaki-web.pdf](https://www.proagria.fi/uploads/Rehunkulutus2022_huhtamaki-web.pdf)
- Huhtanen, P. 2024a. Metaanipäästöt pienemmäksi – kestäväällä tavalla. *Nauta* 2/2024: 6–9.
- Huhtanen, P. 2024b. Parempi hyväksikäyttö parantaa maidontuotannon kestävyyttä. *Nauta* 3/2024: 6–9.
- Huhtanen, P., Astaptsev, A. & Nousiainen, J. 2024. Methane production inventory between 1960–2020 in the Finnish dairy sector and the future mitigation scenarios. *Agricultural and Food Science* 31: 1–11. <https://doi.org/10.23986/afsci.113752>

- Huijbregts, M.A.J., Steinmann, Z.J.N., Elshout, P.M.F., Stam, G., Verones, F., Vieira, M.D.M., Hol-lander, A. & Van Zelm, R. 2016. ReCiPe2016: A harmonized life cycle impact assess-ment method at midpoint and endpoint level. RIVM Report 2016-0104. Bilthoven, The Netherlands.
- Humpenöder, F., Popp, A., Merfort, L., Luderer, G., Weindl, I., Bodirsky, B.L., ...& Rockström, J. 2024. Food matters: Dietary shifts increase the feasibility of 1.5°C pathways in line with the Paris Agreement. *Science Advances*.
- Huuskonen, A. (toim.) 2023. Suomen kotieläintuotannon tulevaisuuskuvat ja yhteiskunnalliset vaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2023. Luonnonvarakeskus. Hel-sinki. s. 24–56. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-614-6>
- Huuskonen, A., Pesonen, M., Kämäräinen, H. & Kauppinen, R. 2014. Production and carcass traits of purebred Nordic Red and Nordic Red × beef breed crossbred bulls. *Journal of Agricultural Science* 152: 504–517.
- Huuskonen, A. & Rinne, M. 2023. Suomen lypsy- ja lihakarjasektorin kuvaus. Teoksessa: Syn-teesi suomalaisen nautakarjatalouden kestävydestä: Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2023: 16–23. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-604-7>
- Huuskonen, A., Hietala, S., Pesonen, M., & Manni, K. 2025. Effects of replacing timothy silage by red clover silage on environmental impacts, growth performance and carcass traits of finishing beef bulls. *Livestock Science*, 105755.
- Hyvönen, T. & Salonen, J. 2002. Weed species diversity and community composition in crop-ping practices at two intensity levels – a six-year experiment. *Plant Ecology* 159: 73–81. <https://doi.org/10.1023/A:1015580722191>
- Hyvönen, T. & Huusela-Veistola, E. 2008. Arable weeds as indicators of agricultural intensity – A case study from Finland. *Biological Conservation* 141: 2857–2864. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.08.022>
- Hyvönen, T., Heliölä, J., Koikkalainen, K., Kuussaari, M., Lemola, R., Miettinen, A., Rankinen, K., Regina, K. & Turtola, E. 2020. Maatalouden ympäristötoimenpiteiden ympäristö- ja kustannustehokkuus (MYTTEHO): Loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutki-mus 12/2020. 76 s.
- Hyvärinen, E., Juslén, A., Kempainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristö-keskus. Helsinki. 704 s.
- Iivonen, S., Ekroos, J., Hagner, M., Hyvönen, T., Järvinen, A., Palojärvi, A. & Toivonen, M. 2023. Luomutuotannon vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen pohjoisessa maatalousym-päristössä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 5/2023. Luonnonvarakeskus. Hel-sinki. 45 s.
- Iivonen, S., Kyttä, V., Saarinen, M., Kivijärvi, P. & Leinonen, I. 2024a. Tietoa luomuruoan ympä-ristövaikutuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 65/2024. Luonnonvarakes-kus. Helsinki. 31 s.

- livonen, S., Niemeläinen, O., Kokkinen, M. & Jauhiainen, L. 2024b. Yield variation and yield potential of organic arable crops in Finland derived from statistical data. *Agricultural and Food Science* 33: 212–222. <https://doi.org/10.23986/afsci.146579>
- IPBES 2019a. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E.S., Ngo, H.T., Guèze, M. et al. (toim.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 s. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- IPBES 2019b. Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Brondízio, E.S., Settele, J., Díaz, S. & Ngo, H.T. (toim.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1144 s. ISBN: 978-3-947851-20-1
- IPCC 2014. Chapter 2: Drained Inland Organic Soils. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. 79 s.
- Irz, X., Tapanainen, H., Saarinen, M., Salminen, J., Sares-Jäske, L. & Valsta, L. 2024a. Reducing the carbon footprint of diets across socio-demographic groups in Finland: A mathematical optimization study. *Public Health Nutrition* 27(1): e98. <https://doi.org/10.1017/S1368980024000508>
- Irz, X., Sares-Jäske, L., Tapanainen, H., Niemi, J., Paalanen, L., Saarinen, M. & Valsta, L. 2024b. Assessing the cost of nutritionally adequate and low climate impact diets in Finland. *Current Developments in Nutrition*. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.102151>
- ISO 2006. Environmental management—life cycle assessment—principles and framework. ISO 14040:2006(E). International Organization for Standardization, Geneva.
- Itkonen, S.T., Päivärinta, E., Pellinen, T., Viitakangas, H., Risteli, J., Erkkola, M., Lamberg-Allardt, C. & Pajari, A.-M. 2021. Partial replacement of animal proteins with plant proteins for 12 weeks accelerates bone turnover among healthy adults: A randomized clinical trial. *The Journal of Nutrition* 151: 11–19. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa264>
- Ives, S., Armstrong, J., Collins, C., Moriarty, M. & Murray, A. 2023. Salmon lice loads on Atlantic salmon smolts associated with reduced welfare and increased population mortalities. *Aquatic Environment Interactions* 15: 73–83.
- Jaakkonen, A.-K. & Koivisto, A. 2023. Puutarhamarkkinat. Teoksessa: Latvala, T., Väre, M. & Niemi, J. (toim.). Maa- ja elintarviketalouden suhdannekatsaus 2023. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 61/2023. s. 50–52. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-726-6>
- Jalli, M., Huusela, E., Jalli, H., Kauppi, K., Niemi, M., Himanen, S. & Jauhiainen, L. 2021. Effects of crop rotation on spring wheat yield and pest occurrence in different tillage systems: A multi-year experiment in Finnish growing conditions. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.647335>
- Jansik, C., Huuskonen, H., Karhapää, M., Keskitalo, M., Leppälä, J., Niemi, J., Niskanen, O., Perttilä, S. & Rinne, M. 2021. Maatalouden tuotantopanosten saatavuuden riskit: Kriiseihin varautuminen ruokahuollon turvaamisessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 98 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-300-8>

- Jansik, C. 2022. Onko Suomen rehuvilja vaihdettavissa elintarvikeviljaan? s. 69–73. Teoksessa: Latvala, T., Väre, M. & Niemi, J. (toim.). Maa- ja elintarviketalouden suhdannekatsaus 2022. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 44/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/551897>
- Jansik, C., Kaukovirta, A., Knuuttila, M., Kohl, J., Koivisto, A., Lehtonen, H., Niemi, J., Pesonen, L., Rikkinen, P., Saarni, K., Setälä, J. & Wejberg, H. 2024a. Ruoka-ala kasvuun viennin ja ruokainnovaatioiden vetämänä: Keskustelunavaus ruokasektorin arvonlisän kasvattamiseen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 83 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/554653>
- Jansik, C., Karikallio, H., Kotilainen, T., Känkänen, H., Pihlanto, A., Rokka, S. & Vahvaselkä, M. 2024b. Kasviproteiini kasvun tiellä: Tiekartta ruoan korkeampaan kasviproteiiniomavaraisuuteen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 68/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 76 s.
- Jansik, C., Jaakkonen, A.-K. & Koivisto, A. 2025. Kasvisten tuotanto Suomessa. Teoksessa: Suojala-Ahlfors, T. (toim.). Kasviksia kotimaasta: Suomalaisen kasvistuotannon mahdollisuudet vastata kasvavaan kysyntään. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 63/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 152 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-092-3>
- Jegen, M. 2024. Life cycle assessment: from industry to policy to politics. *International Journal of Life Cycle Assessment* 29: 597–606. <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02273-8>
- Joensuu, K., Rimhanen, K., Heusala, H., Saarinen, M., Usva, K., Leinonen, I. & Palosuo, T. 2021. Challenges in using soil carbon modelling in LCA of agricultural products – the devil is in the detail. *International Journal of Life Cycle Assessment* 26: 1764–1778. <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01967-1>
- Joensuu, K., Kotilainen, T., Rantanen, M., Rikala, K., Räsänen, K., Silvenius, F. & Usva, K. 2023a. Puutarhatuotannon uusien menetelmien elinkaariset ympäristövaikutukset: Avomaalta tunneliin, kasvihuoneesta vertikaaliin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 126/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 68 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-865-2>
- Joensuu, K., Hietala, S. & Usva, K. 2023b. Nautakarjatuotteiden viennin ja tuonnin muutosten osalta skenaarioiden vaikutukset globaalisti ilmastovaikutukseen, vesijalanjälkeen, luonnon monimuotoisuuteen, happamoitumiseen ja rehevöitymiseen. Julkaisussa: Huuskonen, A. (toim.). Suomen kotieläintuotannon tulevaisuuskuvat ja yhteiskunnalliset vaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki.
- Joensuu, K., Lehtonen, H., Aro, L., Wall, A., Järvenranta, K., Hyvönen, T. & Virkajärvi, P. 2023c. Ympäristövaikutukset. Julkaisussa: Suomen kotieläintuotannon tulevaisuuskuvat ja yhteiskunnalliset vaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 57–86. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-614-6>
- Juga, J., Maijala, K., Mäki-Tanila, A., Mäntysaari, E., Ojala, M. & Syväjärvi, J. 1999. Kotieläinjalostus. Vantaa: Suomen kotieläinjalostusosuuskunta.

- Juvonen, J., Hentilä, H. & Aroviita, J. 2017. Maa- ja metsätalouden kuormittamien pohjavesien MaaMet-seuranta – Torjunta-aineet ja ravinteet 2007–2015. Syken raportteja 15/2017. <http://hdl.handle.net/10138/192749>
- Jyske, T., Rasa, K., Korkalo, P., & Kohl, J. (toim.). (2023). Kaskadivisio: Alueellisesti mukautuva biokiertotalous – kaskadiprosessoinnilla biomassoista lisäarvoa, hyvinvointia ja resursiivisuutta. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 9/2023. Luonnonvarakeskus (Luke). Saatavilla osoitteessa: <https://jukuri.luke.fi/bitstreams/52d9b5b8-a422-41ea-9c89-501b7d8fa1cd/download>
- Järvenranta, K., Virkajärvi, P., & Heinonen-Tanski, H. 2014. The flows and balances of P, K, Ca and Mg on intensively managed Boreal high input grass and low input grass-clover pastures. *Agricultural and Food Science*, 23(2), 106–117. <https://doi.org/10.23986/afsci.41195>
- Järvenranta, K., Virkajärvi, P. & Lehtonen, H. 2023a. Vesistökuormitus – esimerkki Saaristomeren valuma-alueelta. Julkaisussa: Huuskonen, A. (toim.). Suomen kotieläintuotannon tulevaisuuskuvat ja yhteiskunnalliset vaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 74–86.
- Järvenranta, K., Virkajärvi, P., Hyvönen, T., Usva, K. & Luostarinen, S. 2023b. Suomalainen nautakarjatalous perustuu nurmirehuun ja lannan ravinteiden kierrätykseen. Teoksessa: Leino, M., Huuskonen, A., Jansik, C., Järvenranta, K., Mehtiö, T. & Viitala, S. (toim.). Synteesi suomalaisen nautakarjatalouden kestävydestä: Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 34.
- Kaartinen, N., Tapanainen, H., Reinivuo, H., Pakkala, H., Aalto, S., Raulio, S., Männistö, S. Korhonen, T., Virtanen, S., Borodulin, K., Koskinen, S. & Valsta, L. 2020. The Finnish National Dietary Survey in Adults and Elderly (FinDiet 2017). *EFSA Supporting Publications* 17(8): 1914E
- Kajava, S. & Sairanen, A. (toim.) 2024. Maidontuotannon hiilijalanjäljen pienentäminen ja muutokset maatalon pellonkäyttöstrategiaan : HiiliMaito-hankkeen 2020–2023 tulosaaportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 6/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 70 s.
- Kaljone, M., Karttunen, K. & Kortetmäki, T. (toim.) 2022. Reilu ruokamurros. Polkuja kestävään ja oikeudenmukaiseen ruokajärjestelmään. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 38/2022. <https://helda.helsinki.fi/items/9913e533-c07d-4a14-a2b1-c090d07b600f>
- Kaljunen, J. U., Vahala, R., & Mikola, A. (2021). Waste nutrients harvested: Design and evaluation of nitrogen and phosphorus recovery processes utilizing membrane contactor and adsorption techniques. Aalto University. Saatavilla osoitteessa: <https://research.aalto.fi/publications/waste-nutrients-harvested-design-and-evaluation-of-nitrogen-and-p>
- Kallioinen, M., & Mänttari, M. (2020). Anaerobisen jätevedenkäsittelyn jälkeinen fosforin ja typpien talteenotto. Lappeenranta–Lahti teknillinen yliopisto (LUT). Saatavilla osoitteessa: <https://lutpub.lut.fi/handle/10024/158519>

- Karjalainen, A.K., Siimes, K., Leppänen, M.T. & Mannio, J. 2014. Maa- ja metsätalouden kuorittamien pintavesien haitta-aineseuranta Suomessa. Seurannan tulokset 2007–2012. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 38/2014. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/153152>
- Karlsson, J., Spörndly, R., Lindberg, M. & Holtenius, K.J. 2018. Replacing human-edible feed ingredients with by-products increases net food production efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 101: 7146–7155.
- Kaustell, K., Aro, K., Jaakkonen, A.-K., Kapuinen, P., Latukka, A., Lötjönen, T., Markkanen, J. & Vehviläinen, H. 2024. Synteesiraportti: Suomen maataloustuotannon energiankulutus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 66/2024. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 62 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-946-8>
- Katz-Rosene, Ryan, Flaminia Orteni, Graham A. McAuliffe, and Ty Beal. 2023. Levelling Foods for Priority Micronutrient Value Can Provide More Meaningful Environmental Footprint Comparisons. *Communications Earth & Environment* 4, no. 1 (August 12, 2023): 287. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00945-9>.
- Keck, H., Meurer, K.H.E., Jordan, S., Kätterer, T., Hadden, D. & Grelle, A. 2024. Setting aside cropland did not reduce greenhouse gas emissions from a drained peat soil in Sweden. *Frontiers in Environmental Science* 12: 12.
- Kekkonen H., Ojanen H., Haakana M., Latukka A. & Regina K. 2019. Mapping of cultivated organic soils for targeting greenhouse gas mitigation. *Carbon Management* 10: 115–126. <https://doi.org/10.1080/17583004.2018.1557990>
- Kekkonen, H., Hietala, S., Honkanen, H., Lång, K., Mustonen, A., Saarnio, S., Savikko, R., Hakala, T. & Tahvola, E. 2023. Askeleita kohti ilmastoviisaampia turvepeltojen viljelykäytäntöjä : Orgaanisten maiden ilmastopäästöjen hillintä nautakarjatiloiilla (OMAIHKA) -hankkeen loppuraportti. 2. painos. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 125/2023. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 56 s.
- Keskinen R, Soinne H, Uusitalo R, Ekholm P, Räsänen T A, Uusi-Kämpä J, Bergholm J, Nikama J & Hyväluoma J. 2025. Soil properties-based targeting of soil conditioners for reduced phosphorus loading from agriculture. *European Journal of Soil Science* 76(3): e70143
- Kettunen, J., Lignell, R., Ropponen, J., Malve, O. & Kotamäki, N. 2015. Kalankasvatuksen ympäristöseurantajärjestelmän kehittäminen (SYKE). Loppuraportti. 26 s. <https://www.kalankasvatus.fi/wp-content/uploads/2018/01/Kalankasvatuksen-ymparistöseurantajärjestelmän-kehittäminen-Loppuraportti.pdf>
- Kivijärvi, P., Himanen, S., Jaakkola, S., Lötjönen, T., Nissinen, A., Pihala, J., Rastas, M., Reuna, L., Ruski, J., Ruuttunen, P. & Suojala-Ahlfors, T. 2023. Kasvinsuojelu luomuvihannestuo-tannossa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 117/2023. 107 s.
- Knudsen, M.T., Hietala, S., Dennis, P., Padel, S. & Hermansen, J.E. 2016. Carbon footprint and biodiversity assessment in dairy production. Technical Note 14. Sustainable Organic and Low Input Dairying.

- Knuuttila, M. & Vatanen, E. 2021. Elintarvikemarkkinoiden tuontiriippuvuus 2003–2016. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 44/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 72 s.
- Knuuttila, M., Vatanen, E. & Niemi, J. 2024. Ruoka-alan taloudellinen ja alueellinen merkitys Suomessa. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2024060746972>
- Kontula, T. & Raunio, A. (toim.) 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 5/2018. Helsinki. 388 s.
- Korpela, E.-L., Hyvönen, T., Lindgren, S. & Kuussaari, M. 2013. Can pollination services, biodiversity and conservation be simultaneously promoted by sown wildflower strips on farmland? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 179: 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.07.001>
- Korsaeth, A., Henriksen, T.M., Roer, A.G. & Strømman, A.H. 2014. Effects of regional variation in climate and SOC decay on global warming potential and eutrophication attributable to cereal production in Norway. *Agricultural Systems* 127: 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2013.12.007>
- Kostensalo, J., Lemola, R., Salo, T., Ukonmaanaho, L., Turtola, E. & Saarinen, M. 2024. A site-specific prediction model for nitrogen leaching in conventional and organic farming. *Journal of Environmental Management* 349: 119388. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119388>
- Kotamäki, N., Malve, O., Käppi, T., Niskanen, L., Nygård, H. & Kankainen, M. 2021. Ahvenanmaan kalankasvatuslaitosten vaikutukset päällysteisiin ja pohjaeläimistöön. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2021. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 85 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-221-6>
- Kovanen, I., Kytä, V., Kårlund, A., Pajari, A.-M., Tuomisto, H., Saarinen, M. and M. Kolehmainen. 2024. Advancing Methods for Comparative Nutritional LCA of Milk and Plant-Based Milk Substitutes. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, November 27, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11367-024-02407-6>.
- Kuhmonen, T., Ahokas, I., Ahvenainen, M. & Pohjolainen, P. 2017. Suomen proteiinijärjestelmän polkuriippuvuus ja muutoskitka. *eTutu* 9/2017. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe-2021042718312>
- Kuhmonen, T. & Kuhmonen, I. 2019. Suomen kotieläintuotannon tulevaisuuskuvat. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. TUTU eJulkaisuja 7/2019. 74 s. [https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/147943/eTutu\\_7-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/147943/eTutu_7-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Kuhmonen, T. & Kuhmonen, I. 2023. Tulevaisuuskuvat. Teoksessa: Huuskonen, A. (toim.). Suomen kotieläintuotannon tulevaisuuskuvat ja yhteiskunnalliset vaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 9–22.
- Kuipers, K.J.J., Joen, M. Veronesi, F. 2021. Considering Habitat Conversion and Fragmentation in Characterisation Factors for Land-Use Impacts on Vertebrate Species Richness. *Science of The Total Environment* 801: 149737, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149737>

- Kuoppala, K., Hietala, S., Reinikainen, A., Vikki, K. & Välimaa, A.L. 2024. Palkokasvi viljojen esikasvina lohkotietojen valossa. Maataloustieteen Päivät 2024. Esitelmä- ja posteritiivistelmät.
- Kyttä, V., Hyvönen, T. & Saarinen, M. 2023a. Land use-driven biodiversity impacts of diets – a comparison of two assessment methods in a Finnish case study. *International Journal of Life Cycle Assessment* 28: 1104–1116. <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02201-w>
- Kyttä, V., Kårlund, A., Pellinen, T., Pietiläinen, O., Tuomisto, H.L., Kolehmainen, M., Pajari, A.-M. & Saarinen, M. 2023b. Product-group-specific nutrient index as a nutritional functional unit for the Life Cycle Assessment of protein-rich foods. *International Journal of Life Cycle Assessment* <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02217-2>
- Kyttä, V., Kårlund, A., Pellinen, T., Tuomisto, H.L., Kolehmainen, M., Pajari, A.-M. & Saarinen, M. 2023c. Extending the product-group-specific approach in nutritional life cycle assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment* <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02235-0>
- Kyttä, V., Lindfors, K., Saarinen, M. & Vorne, V. 2024. Ilmastovaikutusaineisto ruokapalvelusektorille: Aineiston tuottamisen menetelmät. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 75/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 12 s.
- Kårlund, A., Kyttä, V., Pellinen, T., Tuomisto, H. L., Pajari, A.-M., Kolehmainen, M. and M. Saarinen. 2024. Validating Nutrient Selection for Product-Group-Specific Nutrient Indices for Use as Functional Units in Life Cycle Assessment of Foods. *British Journal of Nutrition*, April 12, 2024, 1–23. <https://doi.org/10.1017/S0007114524000709>.
- Lamnatou, C., Ezcurra-Ciaurritz, X., Chemisana, D. & Plà-Aragonés, L.M. 2022. Life Cycle Assessment (LCA) of a food-production system in Spain: Iberian ham based on an extensive system. *Science of The Total Environment* 808: 151900.
- Latvala, T. & Niemi, J. (toim.) 2024. Maa- ja elintarviketalouden suhdannekatsaus 2024. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 33/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 62 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-905-5>
- Lehikoinen, A., Bosco, L., Ekroos, J., Piha, M. & Seimola, T. 2024. Mitkä tekijät vaikuttavat maatalousympäristön lintuindikaattorin lajien kannankehitykseen? Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2024:19. 83 s. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/-165724>
- Lehtilä, A., Taghizadeh-Toosi, A., Roitto, M. et al. 2024. Cultivation of forage maize in boreal conditions – Assessment of trade-offs between increased productivity and environmental impact. *Animal Feed Science and Technology* 309: 115878.
- Lehtilä, A., Ghani, H. U., Liu, X., Palosuo, T., Tuomisto, H. L. and I. Leinonen. 2025. Framework for Including National-Level LULUC Emissions and Removals in the GWP of Agricultural and Forestry Products in LCA. *Journal of Cleaner Production* 494: 144999. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.144999> .

- Lehtonen, H. 2001. Principles, structure and application of dynamic regional sector model of Finnish agriculture. Academic dissertation. Systems Analysis Laboratory, Helsinki University of Technology. Publisher: Agrifood Research Finland, Economic Research (MTTL). Publications 98. Helsinki. 265 s. <http://lib.tkk.fi/Diss/2001/isbn9512256894/>
- Lehtonen, H., Niskanen, O., Karhula, T. & Jansik, C. 2017. Maatalouden rakennekehitys ja investointitarve vuoteen 2030. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 19/2017. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 57 s.
- Lehtonen, A., Aro, L., Haakana, M., Haikarainen, S., Heikkinen, J., Huuskonen, S., Härkönen, K., Hökkä, H., Kekkonen, H., Koskela, T., Lehtonen, H., Luoranen, J., Mutanen, A., Nieminen, M., Ollila, P., Palosuo, T., Pohjanmies, T., Repo, A., Rikkonen, P., Rätty, M., Saarnio, S., Smolander, A., Soinne, H., Tolvanen, A., Tuomainen, T., Uotila, K., Viitala, E.-J., Virkajärvi, P., Wall, A. & Mäkipää, R. 2021. Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteet : Arvio päästövähennysmahdollisuuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 65/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 122 s.
- Lehtonen, H. & Rämö, J. 2022. Development towards low carbon and sustainable agriculture in Finland is possible with moderate changes in land use and diets. Sustainability Science 18: 425–439. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01244-6>
- Lehtonen, H., Huan-Niemi, E. & Niemi, J. 2022. The transition of agriculture to low carbon pathways with regional distributive impacts. Environmental Innovation and Societal Transitions 44: 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2022.05.002>
- Lehtonen, H., Järvenranta, K., Saarinen, M. & Virkajärvi, P. 2023. Vaikutukset tuotantoon, peltonkäyttöön ja maataloustuloon. Julkaisussa: Teoksessa: Huuskonen, A. (toim.). Suomen kotieläintuotannon tulevaisuuskuvat ja yhteiskunnalliset vaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki 24–56. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-614-6>
- Leino, M., Kantanen, J. & Mehtiö, T. 2023a. Naudanjalostus. Julkaisussa: Leino, M., Huuskonen, A., Jansik, C., Järvenranta, K., Mehtiö, T. & Viitala, S. (toim.). Synteesi suomalaisen nautakarjatalouden kestävydestä: Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 77–89.
- Leino, A.M., Pitkänen, T.J., Taskinen, M., Mäntysaari, E. & Hietala, S. 2023b. Beefgeno 2019–2022. Naudanlihantuotannon omavaraisuuden ja tehokkuuden parantaminen genomivalinnalla. Loppuraportti. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/554188/-Beefgeno\\_loppuraportti\\_09022023.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/554188/-Beefgeno_loppuraportti_09022023.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Leino, A.M., Huuskonen, A., Jansik, C. ym. (toim.) 2023c. Synteesi suomalaisen nautakarjatalouden kestävydestä: Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 123 s.
- Lemola, R., Uusitalo, R., Luostarinen, S., Tampio, E., Laakso, J., Lehtonen, E., Skyttä, A. & Turto, E. 2023. Fosforin kierrätyksen tarve ja potentiaali kasvintuotannossa : Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 10/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 56 s. <https://jukuri.luke.fi/bitstreams/ba66810a-1afc-4810-b9ba-1308a49e1a32/download> <https://uusiuutiset.fi/kierratyslannoitteilla-kohti-entista-kestavampia-maatalous-ja-elintarvikejarjestelmia/> [uusiuutiset.fi]

- Lindfors, K., Kyttä, V., Saarinen, M. & Vorne, V. 2024a. Ilmastovaikutusaineisto ruokapalvelusektorille. Helsinki: Luonnonvarakeskus. <https://doi.org/10.23729/85b4539f-335a-43d3-812f-ed72f6503164>
- Lindfors, K., Kyttä, V., Saarinen, M. & Vorne, V. 2024b. Climate impact dataset of 1233 ingredients to promote sustainability of food service operators in Finland. Data in Brief. Available online 15 November 2024, 111143. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.111143>
- Lohenoja, S. 2021. Liharotua lypsyrotuiselle – miksi, miten ja mistä? Viitattu 18.4.2024. <https://nauta.fi/jalostus/liharotua-lypsyrotuiselle-miksi-miten-ja-mista/>
- Luke 2019. Kasvinsuojeluaineiden käyttö maatalous- ja puutarhatuotannossa 2018. Tilastotietokanta. Luonnonvarakeskus. [Tilastot | Luonnonvarakeskus](#)
- Luke 2020. Nautojen laiduntaminen. Luonnonvarakeskuksen tilastotietokanta. [Tilastot | Luonnonvarakeskus](#)
- Luke 2022. Tuontitilastot. Tilastotietokanta. Luonnonvarakeskus. [Tilastot | Luonnonvarakeskus](#)
- Luke 2023. Suomen viljantuotanto luo perustaa kotimaiselle ruualle – vilja-, maito- ja lihatuotteina. Uutinen. Luonnonvarakeskus. <https://www.luke.fi/fi/uutiset/suomen-viljantuotanto-luo-perustaa-kotimaiselle-ruualle-vilja-maito-ja-lihatuotteina>
- Luke 2024a. Kalatilastot. Tilastotietokanta. Luonnonvarakeskus. [Tilastot | Luonnonvarakeskus](#)
- Luke 2024b. Maataloustilastot. Tilastotietokanta. Luonnonvarakeskus. [Tilastot | Luonnonvarakeskus](#)
- Luke 2024c. Taloustohtori. Luonnonvarakeskus. <https://www.luke.fi/fi/palvelut/taloustohtorisyustyo>
- Luke 2024d. Ruokafakta. Antibioottien käyttö. Viitattu 10.11.2024. <https://projects.luke.fi/ruokafakta/yleista-tietoa/antibioottien-kaytto/>
- Luke 2024e. Ravintotase. Tilastotietokanta. Luonnonvarakeskus. [Tilastot | Luonnonvarakeskus](#)
- Luke 2025. SVT: Luonnonvarakeskus, Satotilasto. Tilastotietokanta. Luonnonvarakeskus. [Tilastot | Luonnonvarakeskus](#)
- Luostarinen, S., et al. (2021). Jätevesilietteen pitkäkestoinen fosforilannoitusvaikutus ja yhteys ympäristö- ja ruokaturvallisuuteen (PProduct-hanke). Luonnonvarakeskus (Luke). Saatavilla osoitteessa: <https://jukuri.luke.fi/items/16a6bcbc-5ec2-49ad-be61-c11bbfa7f2cc>
- Lång, K., Honkanen, H., Heikkinen, J., Saarnio, S., Larmola, T. & Kekkonen, H. 2024. Impact of crop type on the greenhouse gas (GHG) emissions of a rewetted cultivated peatland. SOIL 10: 827–841. <https://doi.org/10.5194/soil-10-827-2024>
- Maanavilja, L., Tuomainen, T., Aakkula, J. ym. 2021. Hiilineutraali Suomi 2035: Maankäyttö- ja maataloussektorin skenaariot. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:63. 102 s.

- Makery, 2020. ScenoProt-kuluttajakysely kasviproteiineista, syksy 2020. <https://projects.luke.fi/scenoprot/wp-content/uploads/sites/5/2021/02/ScenoProt-kuluttajakysely-kasviproteiineista-syksy-2020.pdf>
- Malve, O., Kallio, K., Siivola, E., Kervinen, M., Kankainen, M. & Keto, V. 2021. Datafuusio-menetelmän käyttö kalankasvattamoiden vedenlaatuvaikutusten seurannassa Saaristomereillä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2021. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 18 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/547583>
- Malve, O., Scheinin, M., Niukko, J., Hauhia, V., Kanarik, H., Kotamäki, N., Ropponen, J. & Kankainen, M. 2023. Kustavin Loukeenkarin kalankasvattamon vedenlaatuvaikutukset vuonna 2022: Vuoden 2015 ympäristöseurantajärjestelmän päivitys. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 122/2023. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 117 s.
- Manni, K. & Högel, H. 2021. Kotieläintuotannon tunnuslukuja vertailumaissa. Julkaisussa: Rinne, M. & Virkkunen, E. (toim.). Suomalaisen kotieläintuotannon kokonaiskestävyys – Kilpailukyky suhteessa tärkeimpiin kilpailijamaihin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 55/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 261 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-253-7>
- Manni, K., Hietala, S., Hyvönen, J., Leinonen, I. & Huuskonen, A. 2023. Effects of silage-based feeding strategies on performance and environmental impacts of finishing beef bulls. In: XIX International Silage Conference 8-12 August 2023 Beijing China. s. 544-545.
- Manni, K., Hietala, S., Pesonen, M., & Huuskonen, A. 2025. Effects of grass silage-based feeding strategies and carcass weight on performance and environmental impacts of finishing beef on dairy crossbred heifers. *Animal* 101676.
- Mark, J., Fantke, P., Soheilifard, F., Alcon, F., Contreras, J., Abrantes, N., Campos, I., Baldi, I., Bureau, M., Alaoui, A., Christ, F., Mandrioli, D., Sgargi, D., Pasković, I., Pasković, M.P., Glavan, M., Hofman, J., Harkes, P., Lwanga, E.H., Norgaard, T., Aparicio, V., Schlünssen, V., Vested, A., Silva, V., Geissen, V. & Tamm, L. 2024. Selected farm-level crop protection practices in Europe and Argentina: Opportunities for moving toward sustainable use of pesticides. *Journal of Cleaner Production* 477: 143577. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143577>
- Martikainen, S. 2018. Kannattaako liharoturisteytys lypsykarjassa? Opinnäytetyö. Savonia ammattikorkeakoulu. 36 s.
- Mazzetto, A. M., Falconer, S., & Ledgard, S. 2022. Mapping the carbon footprint of milk production from cattle: A systematic review. *Journal of Dairy Science*, 105(12), 9713-9725. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22117>
- Mbow, C., Rosenzweig, C., Barioni, L.G., Benton, T.G., Herrero, M., Krishnapillai, M., Liwenga, E., Pradhan, P., Rivera-Ferre, M.G., Sapkota, T., Tubiello, F.N. & Xu, Y. 2019. Food Security. Teoksessa: Shukla, P.R., Skea, J., Calvo Buendia, E., Masson-Delmotte, V., Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., Zhai, P., Slade, R., Connors, S., van Diemen, R., Ferrat, M., Haughey, E., Luz, S., Neogi, S., Pathak, M., Petzold, J., Portugal Pereira, J., Vyas, P., Huntley, E., Kissick, K., Belkacemi, M. & Malley, J. (toim.). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.*

- McAuliffe, G. A., Takahashi, T. and Lee, M. R. F. 2018. Framework for Life Cycle Assessment of Livestock Production Systems to Account for the Nutritional Quality of Final Products." *Food and Energy Security* 7, no. 3 (2018): e00143. <https://doi.org/10.1002/fes3.143>.
- McLaren, S., Berardy, A., Henderson, A., Holden, N., Huppertz, T., Jolliet, O., De Camillis, C., Renouf, M., Rugani, B., Saarinen, M., van der Pols, J., Vázquez-Rowe, I., Antón Vallejo, A., Bianchi, M., Chaudhary, A., Chen, C., Cooreman-Algoed, M., Dong, H., Grant, T., Green, A., Hallström, E., Hoang, H., Leíp, A., Lynch, J., McAuliffe, G., Ridoutt, B., Saget, S., Scherer, L., Tuomisto, H., Tyedmers, P. & Van Zanten, H. 2021. Integration of Environment and Nutrition in Life Cycle Assessment of Food Items: Opportunities and Challenges. Rome: FAO. <https://doi.org/10.4060/cb8054en>
- Mehtiö, T., Pitkänen, T., Leino, A.-M., Mäntysaari, E.A., Kempe, R., Negussie, E. & Lidauer, M.H. 2021. Genetic analyses of metabolic body weight, carcass weight and body conformation traits in Nordic dairy cattle. *Animal* 15(12): 100398. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100398>
- Mehtiö, T., Lidauer, M., Hietala, S., Kuoppala, K., Rinne, M. & Leino, M. 2023a. Nautojen kasvihuonekaasupäästöt. Teoksessa: Leino, M., Huuskonen, A., Jansik, C., Järvenranta, K., Mehtiö, T. & Viitala, S. (toim.). Synteesi suomalaisen nautakarjatalouden kestävydestä: Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 70–76.
- Mehtiö, T., Mäntysaari, P., Negussie, E., Kempe, R., Sevón-Aimonen, M.L., Chegini, A., Hietala, S., Kostensalo, J. & Lidauer, M. 2023b. Breeding Dairy Cattle for Resource Efficiency and Environmental Sustainability: Final report of the A++ COW-project (2019–2023). *Natural resources and bioeconomy studies* 54/2023. Natural Resources Institute Finland. Helsinki.
- Meier, M.S., Stoessel, F., Jungbluth, N., Juraske, R., Schader, C. & Stolze, M. 2015. Environmental impacts of organic and conventional agricultural products – Are the differences captured by life cycle assessment? *Journal of Environmental Management* 149: 193–208. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.10.006>
- Miettinen, A.L., Ahlström, S., Haikonen, A., Hietala, S., Ihanus, J., Ingo, C., ... & Väänänen, A.. 2024. Lihan kestävyyskriteerityöryhmän loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2024:16
- MMM 2011. Tuotantoeläinten hyvinvoinnin neuvottelukunta 30.9.2011. Nautojen hyvinvointia koskevat kannanotot. Viitattu 17.11.2024. [https://mmm.fi/documents/1410837/-1982758/TEHVNK\\_kannanotto\\_nautojen\\_hyvinvointi\\_2011.pdf](https://mmm.fi/documents/1410837/-1982758/TEHVNK_kannanotto_nautojen_hyvinvointi_2011.pdf)
- MMM 2021. Toimintaohjelma maatalouden ammoniakkipäästöjen vähentämiseksi Suomessa vuosille 2021–2027. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2021:18.
- Mogensen, L., Kristensen, T., Nguyen, T.L. et al. 2014. Method for calculating carbon footprint of cattle feeds – including contribution from soil carbon changes and use of cattle manure. *Journal of Cleaner Production* 73: 40–51.

- Mosnier, A., Schmidt-Traub, G., Obersteiner, M. et al. 2022. How can diverse national food and land-use priorities be reconciled with global sustainability targets? Lessons from the FABLE initiative. *Sustainability Science* 18: 335–345.  
<https://doi.org/10.1007/s11625-022-01227-7>
- Muilu-Mäkelä, R., Brännström, H., Weckroth, M., & Kohl, J. (toim.). (2024). Valuable biochemicals of the future: The outlook for bio-based value-added chemicals and their growing markets. *Natural Resources and Bioeconomy Studies* 85/2024. Natural Resources Institute Finland (Luke). Helsinki. ISBN 978-952-380-976-5. Saatavilla osoitteessa:  
<https://jukuri.luke.fi/bitstreams/0d444b19-95e4-406d-a69d-512edbb14c3d/download>
- Mäki-Tanila, A. 2007. An overview on quantitative and genomic tools for utilizing dominance genetic variation in improving animal production. *Agricultural and Food Science* 16: 188–198.
- Mäki-Tanila, A. 2023. Mendelin säännöistä jalostustyön erilaisiin oppeihin. Teoksessa: Kantakirjasta genomiin. *Suomalainen lypsykarjanjalostus 125 vuotta*. Vantaa: Faba Osk. s. 31–46.
- Mäki-Tanila, A., Syväjärvi, J., Ikonen, T., Aro, J., Juga, J., Myllymäki, H., Mäntysaari, E., Niskanen, S., Strandén, I., Säynäjärvi, M., Taurén, P., Vilkki, J., Mitikka, T., Niemi, A.-M. & Kajostila, K. 2023. Kantakirjasta genomiin. *Suomalainen lypsykarjanjalostus 125 vuotta*. Vantaa: Faba Osk. 384 s.
- NAV 2024a. Liha-lypsyristeitykset. NAV Nordic Cattle Genetic Evaluation. Viitattu 23.4.2024.  
<https://nordicebv.info/fi/lihakarja/liha-lypsyristeitykset/>
- NAV 2024b. NAV official genetic evaluation of dairy cattle – data and genetic models. 17th edition, May 2024. NAV. Viitattu 8.11.2024. <https://nordicebv.info/wp-content/uploads/2024/05/NAV-routine-genetic-evaluation-May-2024.pdf>
- Negussie, E., de Haas, Y., Dehareng, F., Dewhurst, R.J., Dijkstra, J., Gengler, N., Morgavi, D.P., Soyeurt, H., van Gastelen, S., Yan, T. & Biscarini, F. 2017. Invited review: Large-scale indirect measurements for enteric methane emissions in dairy cattle: A review of proxies and their potential for use in management and breeding decisions. *Journal of Dairy Science* 100: 2433–2453.
- Niemi, J., Huan-Niemi, E., Lehtonen, H., Saarinen, S., Salminen, J., Valsta, L. & Wejberg, H. 2022a. Maataloustuotannon sopeutumismahdollisuudet eri murrospoluilla. Teoksessa: Kaljonen, M., Karttunen, K. & Kortetmäki, T. (toim.). *Reilu ruokamurros. Polkuja kestävään ja oikeudenmukaiseen ruokajärjestelmään*. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 38/2022. <https://helda.helsinki.fi/items/9913e533-c07d-4a14-a2b1-c090d07b600f>
- Niemi, J., Nordlund, E., Pastell, M., Ritala, A., Kotilainen, T., Katajajuuri, J.-M., Nappa, M. & Lampinen, M. 2022b. Uusien ruoantuotantomenetelmien mahdollisuudet ja haasteet Suomessa: Laadullinen analyysi kotimaisen asiantuntijaverkoston toteuttamana. VTT Technical Research Centre of Finland. 52 s. [https://publications.vtt.fi/julkaisut/muut/-2022/Uusien\\_ruoantuotantomenetelmien\\_mahdollisuudet\\_ja\\_haasteet\\_Suomessa.pdf](https://publications.vtt.fi/julkaisut/muut/-2022/Uusien_ruoantuotantomenetelmien_mahdollisuudet_ja_haasteet_Suomessa.pdf)

- Nieminen, N., Ketoja, E., Mikola, J., Terhivuo, J., Sirén, T. & Nuutinen, V. 2011. Local land use effects and regional environmental limits on earthworm communities in Finnish arable landscapes. *Ecological Applications* 21: 3162–3177. <https://doi.org/10.2307/41417118>
- Niskanen, O. & Lehtonen, E. 2014. Maatilojen tilusrakenne ja pellonraivaus Suomessa 2000-luvulla. MTT Raportti 150. 27 s. <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti150.pdf>
- Niskanen, O. & Karikallio H-M. 2025. Synteesiraportti: Maatalouden rakennemuutoksesta yritystoiminnan muutokseen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 3/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-009-1>
- Nissinen, A. & Jauhiainen, L. 2016. Searching IPM control measures for cabbage and turnip root flies on swedes. *IOBC-WPRS Bulletin* 118: 46–51.
- Nissinen, O. & Hakkola, H. 1995. Effects of plant species and harvesting system on grassland production in northern Finland. *Agricultural and Food Science* 4: 479–494.
- Nissinen, A.I., Pihlava, J.-M., Latvala, S. & Jauhiainen, L. 2020. Assessment of the efficiency of different control programs to reduce *Trioza apicalis* Först. (Trioziidae: Hemiptera) feeding damage and the spread of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” on carrots (*Daucus carota* ssp. *sativus* L.). *Annals of Applied Biology* 177: 166–177. <https://doi.org/10.1111/aab.12603>
- Niukko, J. & Kankainen, M. 2021. Vedenlaadun mittauksia kalankasvatuslaitoksilla: Havaintoja automaattisista mittareista Saaristomerellä 2019–2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 41/2021. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 39 s.
- Notarnicola, B., Sala, S., Anton, A., McLaren, S.J., Saouter, E. & Sonesson, U. 2017. The Role of Life Cycle Assessment in Supporting Sustainable Agri-Food Systems: A Review of the Challenges.” *Journal of Cleaner Production* 140: 399–409. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.071>
- Nousiainen, J., Kuoppala, K., Vattulainen, J., Sairanen, A., Palmio, A., Joki-Tokola, E., Luostari-  
nen, S. & Rinne, M. 2023. Excretion calculations of cattle in Finland – amount and composition of faeces and urine. *Natural resources and bioeconomy studies* 68/2023. Natural Resources Institute Finland. Helsinki. 62 p. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-740-2>
- Noya, I., Villanueva-Rey, P., González-García, S., Fernandez, M.D., Rodriguez, M.R. & Moreira, M.T. 2017. Life Cycle Assessment of pig production: A case study in Galicia. *Journal of Cleaner Production* 142: 4327–4338.
- O’Brien, D., Capper, J. L., Garnsworthy, P. C., Grainger, C., & Shalloo, L. 2014. A case study of the carbon footprint of milk from high-performing confinement and grass-based dairy farms. *Journal of dairy science*, 97(3), 1835–1851. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7174>
- OECD-FAO 2023. *Agricultural Outlook 2023*. [www.agri-outlook.org](http://www.agri-outlook.org)
- Ojanen, P., Minkkinen, K. & Regina, K. 2020. Ojituksen vaikutus maaperän kasvihuonekaasupäästöihin. *Suo* 71(2): 173–188.

- Palosuo T., Heikkinen J. & Regina K. 2016. Method for estimating soil carbon stock changes in Finnish mineral cropland and grassland soils. *Carbon Management* 6: 207–220. DOI: 10.1080/17583004.2015.1131383
- Pellinen, T., Päivärinta, E., Isotalo, J., Lehtovirta, M., Itkonen, S.T., Korkalo, L., Erkkola, M. & Pajari, A.-M. 2022. Replacing dietary animal-source proteins with plant-source proteins changes dietary intake and status of vitamins and minerals in healthy adults: a 12-week randomized controlled trial. *European Journal of Nutrition* 61: 1391–1404. <https://doi.org/10.1007/s00394-021-02729-3>
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Hannukkala, A. 2007. Declining rapeseed yields in Finland: how, why and what next? *Journal of Agricultural Science* 145: 587–598. <https://doi.org/10.1017/S0021859607007381>
- Peltonen-Sainio, P. & Niemi, J.K. 2012. Protein crop production at the northern margin of farming: To boost, or not to boost. *Agricultural and Food Science* 21: 370–383. <https://doi.org/10.23986/afsci.6334>
- Peltonen-Sainio, P., Hannukkala, A., Huusela-Veistola, E., Voutilainen, L., Valaja, J., Niemi, J., Jauhiainen, L. & Hakala, K. 2013. Potential and realities of enhancing rapeseed- and grain legume-based protein production in a northern climate. *Journal of Agricultural Science* 151: 303–321. <https://doi.org/10.1017/S002185961200038X>
- Peltonen-Sainio, P., Salo, T., Jauhiainen, L., Lehtonen, H. & Sieviläinen, E. 2015. Static yields and quality issues: Is the agri-environment program the primary driver? *AMBIO* 44: 544–556. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0637-9>
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Lehtonen, H. 2016a. Land use, yield and quality changes of minor field crops: Is there superseded potential to be reinvented in northern Europe? *PLoS ONE* 11(11): e0166403. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166403>
- Peltonen-Sainio, P., Venäläinen, A., Mäkelä, H.M., Pirinen, P., Laapas, M., Jauhiainen, L., Kaseva, J., Ojanen, H., Korhonen, P., Huusela-Veistola, E., Jalli, M., Hakala, K. & Kaukoranta, T. & Virkajärvi, P. 2016b. Harmfulness of weather events and the adaptive capacity of farmers at high latitudes of Europe. *Climate Research* 67: 221–240. <https://doi.org/10.3354/cr01378>
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Sorvali, J. 2017. Diversity of high-latitude agricultural landscapes and crop rotations: increased, decreased or back and forth? *Agricultural Systems* 154: 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.02.011>
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Laurila, H., Sorvali, J., Honkavaara, E., Wittke, S., Karjalainen, M. & Puttonen, E. 2019. Land use optimization tool for sustainable intensification of high-latitude agricultural systems. *Land Use Policy* 88: 104104. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104104>
- Peltonen-Sainio, P. & Jauhiainen, L. 2019. Unexploited potential to diversify monotonous crop sequencing at high latitudes. *Agricultural Systems* 174: 73–82. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.04.011>

- Peltonen-Sainio, P. & Jauhiainen, L. 2020. Large zonal and temporal shifts in crops and cultivars coincide with warmer growing seasons in Finland. *Regional Environmental Change* 20: 89. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01682-x>
- Peltonen-Sainio, P. & Jauhiainen, L. 2024. Characterizing implementers of on-going large-scale diversification of land use in Finland – one of the northernmost agricultural regions in Europe. *Agricultural Systems* 226: 104315. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2025.104315>
- Peltonen-Sainio, P., Juvonen, J., Korhonen, N., Parkkila, P., Sorvali, J. & Gregow, H. 2021. Climate change, precipitation shifts and early summer drought: Irrigation tipping point for Finnish farmers? *Climate Risk Management* 33: 100334. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100334>
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Känkänen, H. 2023. Finnish farmers feel they have succeeded in adopting cover crops but need down-to-earth support from research. *Agronomy* 13: 2326. <https://doi.org/10.3390/agronomy13092326>
- Peltonen-Sainio, P., Niemi, M. & Jauhiainen, L. 2024. Legacy effects of crop sequencing on biomass and their variability on farmers' fields in Finland are shaped by weather, farm conditions and rationales for land use. *Agricultural Systems* 215: 103850. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103850>
- Peltoniemi, K., Velmala, S. & Fritze, H., Lemola, R. & Pennanene, T. 2021. Long-term impacts of organic and conventional farming on the soil microbiome in boreal arable soil. *European Journal of Soil Biology* 104: 103314. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2021.103314>
- Pereira, H.M., Martins, I.S., Rosa, I.M., Kim, H., Leadley, P., Popp, A., ... & Alkemade, R. 2024. Global trends and scenarios for terrestrial biodiversity and ecosystem services from 1900 to 2050. *Science* 384(6694): 458–465.
- Pesonen, M. 2020. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of different beef breeds in typical Finnish production systems. Doctoral Dissertation. University of Helsinki, Faculty of Agriculture and Forestry. 89 s.
- Poore, J. & Nemecek, T. 2018. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* 360(6392): 987–992. <https://doi.org/10.1126/science.aaq0216>
- ProAgria 2021a. Luonnonmukaisen maidon tuotanto. Opas hyvistä käytännöistä luomutuotannossa. ProAgrian hankejulkaisut 1. 73 s.
- ProAgria 2021b. Luonnonmukaisen naudanlihan tuotanto. Opas hyvistä käytännöistä luomutuotannossa. ProAgrian hankejulkaisut 13. 74 s.
- ProAgria 2024. Hallittu uudistus -opas. [https://www.proagria.fi/uploads/Hallittu\\_uudistus\\_opas.pdf](https://www.proagria.fi/uploads/Hallittu_uudistus_opas.pdf)
- Pulkkinen, H., Kemppainen, M., Markus, A. & Virtanen, E. 2012. Perunan ilmastovaikutukset: PotatoNow-hankkeen kirjallisuusselvitys. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/438285>

- Puustinen, M., Tattari, S., Väisänen, S. ym. 2019. Ravinteiden kierrätys alkutuotannossa ja sen vaikutukset vesien tilaan: KiertoVesi-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 22/2019. 142 s.
- Pykälä, J. 2007. Maintaining plant species richness by cattle grazing: mesic semi-natural grasslands as focal habitats. Ph.D. thesis. Publications in Botany from the University of Helsinki N:o 36. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-4205-8>
- Päivärinta, E., Itkonen, S., Pellinen, T., Lehtovirta, M., Erkkola, M. & Pajari, A.-M. 2020. Replacing animal-based proteins with plant-based proteins changes the composition of a whole Nordic diet—A randomised clinical trial in healthy Finnish adults. *Nutrients* 12: 943. <https://doi.org/10.3390/nu12040943>
- Pösö, J. 2024. Genomitestaus ja NTM – täsmätyökaluja kestävyiden jalostamiseen käytössä! *Nauta* 1/2024: 6–8.
- Rai N, Pavankumar TL, Ghotra B, Dhillon S, Juneja V, Amaly N and Pandey P (2025) Essential recycling and repurposing of food waste for environment and sustainability. *Front. Sustain. Food Syst.* 9:1575113. doi: 10.3389/fsufs.2025.1575113
- Ramin, M. & Huhtanen, P. 2013. Development of equations for predicting methane emissions from ruminants. *Journal of Dairy Science* 96: 2476–2493.
- Ramin, M., & Huhtanen, P. 2015. Nordic dairy cow model Karoline in predicting methane emissions: 2. Model evaluation. *Livestock Science* 178: 81–93.
- Rasa, K., Pennanen, T., Peltoniemi, K., Velmala, S., Fritze, H., Kaseva, J., Joona, J. & Uusitalo, R. 2021. Pulp and paper mill sludges decrease soil erodibility. *Journal of Environmental Quality* 50: 172–184.
- Reckmann, K., Traulsen, I. & Krieter, J. 2013. Life Cycle Assessment of pork production: A data inventory for the case of Germany. *Livestock Science* 157(2–3): 586–596.
- Regina, K., Kaseva, J. & Esala, M. 2013. Emissions of nitrous oxide from boreal agricultural mineral soils—statistical models based on measurements. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 164: 131–136.
- Regina, K., Sheehy, J. & Mylly, M. 2015. Mitigating greenhouse gas fluxes from cultivated organic soils with raised water table. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 20: 1529–1544.
- Regina, K., Heikkinen, J. & Maljanen, M. 2019. Greenhouse gas fluxes of agricultural soils in Finland. Teoksessa: Shurpali, N., Agarwal, A.K. & Srivastava, V.K. (toim.). *Greenhouse gas emissions, Challenges, Technologies and Solutions*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-3272-2>
- Regina, K., Känkänen, H. & Singh, P. 2021. Impacts of green manure on crop yield, nitrogen leaching and nitrous oxide emissions in sandy and clay soil lysimeters. *Agricultural and Food Science* 30: 53–62.
- Regulation 2019/1241 on the conservation of fisheries resources and the protection of marine ecosystems through technical measures (Technical Measures Regulation).

- Reskola, V.-P. (2021). Haasteet ja ratkaisut maatalouden sivuvirtojen potentiaalın hyödyntämisen osalta. Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. Saatavilla osoitteessa: [https://www.biokierto.fi/wp-content/uploads/2021/02/G\\_Veli-Pekka\\_Reskola.pdf](https://www.biokierto.fi/wp-content/uploads/2021/02/G_Veli-Pekka_Reskola.pdf)
- Reyes-Palomo, C., Aguilera, E., Llorente, M., Díaz-Gaona, C., Moreno, G. & Rodríguez-Estévez, V. 2023. Free-range acorn feeding results in negative carbon footprint of Iberian pig production in the dehesa agro-forestry system. *Journal of Cleaner Production* 418: 138170.
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S.E., Donges, J.F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., Petri, S., Porkka, M., Rahmstorf, S., Schaphoff, S., Thonicke, K., Tobian, A., Virkki, V., Wang-Erlandsson, L., Weber, L. & Rockström, J. 2023. Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances* 9: eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- Riipi, I., Hartikainen, H., Silvennoinen, K., Joensuu, K., Vahvaselkä, M., Kuisma, M. & Katajajuuri, J.-M. 2021a. Elintarvikejätteen ja ruokahävikin seurantajärjestelmän rakentaminen ja ruokahävikkitiekartta. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 49/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 72 s.
- Riipi, I., Poutiainen, M. & Kuisma, M. 2021b. Esteet ja ajurit kuluttajien ruokahävikin vähentämisessä: Kirjallisuusselvitys. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 35 s.
- Rimhanen, K. & Hietala, S. 2024. Pellonkäyttöstrategian vaikutus ilmastokuormitukseen. Julkaisussa: Kajava, S. & Sairanen, A. (toim.). Maidontuotannon hiilijalanjäljen pienentäminen ja muutokset maatalan pellonkäyttöstrategiaan : HiiliMaito-hankkeen (2020–2023) tulokset. Luonnonvarakeskus. Helsinki.
- Rinne, M., Kuoppala, K. ja Huuskonen, A. 2023. Suomalainen nauta ei syö soijarehuja. Julkaisussa: Leino, M., Huuskonen, A., Jansik, C., Järvenranta, K., Mehtiö, T. & Viitala, S. (toim.). Synteesi suomalaisen nautakarjatalouden kestävydestä : Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 53. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-604-7>.
- Risku-Norja, H., Kurppa, S. & Helenius, J. 2009. Dietary choices and greenhouse gas emissions – assessment of impact of vegetarian and organic options at national scale. *International Journal of Environmental Technology and Management* 11(1–2): 340. <https://doi.org/10.1504/PIE.2009.032323>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., De Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. & Foley, J.A. 2009. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32. <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32>
- Ruokahävikkitiekartta 2024. Suomen kansallinen ruokahävikkitiekartta. <https://ruokahavikkitiekartta.fi/>

- Ruokavirasto, 2023. Elintarvikkeiden torjunta-ainejäämät (kasvinsuojeluainejäämät). <https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/vierasaineet-ja-jaamat/kasvin-suojeluainejaamat/>
- Ruokavirasto 2024. Ruokaviraston kestävyysraportti 2024. [Ruokaviraston kestävyysraportti 2024](#)
- Ruokavirasto 2025. Ravitsemus- ja ruokasuositukset: Ruokasuositusten mukaisten ruokavalioiden ravitsemuksellinen riittävyys ja ympäristövaikutukset - kansallisen mallinnustyöryhmän raportti. [Internet]. Helsinki: Ruokavirasto. [Viitattu 16.10.2025]. <https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/terveytta-edistava-ruokavalio/ravitsemus--ja-ruokasuositukset/>
- Räsänen, K., Saarinen, M., Kurppa, S., Silvenius, F., Riipi, I., Nousiainen, R., Erälinna, L., Mattinen, L., Jaakkola, S., Lento, S., Mäkinen-Hankamäki, S. 2014. Lähiruuan ekologisten vaikutusten selvitys. MTT Raportti 145: 97 p.
- Räsänen, K., Hannukkala, A., Kurppa, S., Aaltonen, M., Rahkonen, A., Kukkonen, J.V.K. & Vänninen, I. 2022. The use of chemical plant protection products in field vegetable farms in a central industrial vegetable growing area in Finland. *Agricultural and Food Science* 31: 54–69. <https://doi.org/10.23986/afsci.112827>
- Räty, M., Järvenranta, K., Saarijärvi, E. et al. 2020. Losses of phosphorus, nitrogen, dissolved organic carbon and soil from a small agricultural and forested catchment in east-central Finland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 302: 107075.
- Saarinen, M., Kurppa, S., Nissinen, A. & Mäkelä, J. (toim.) 2011. Aterioiden ja asumisen valinnat kulutuksen ympäristövaikutusten ytimessä: ConsEnv-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristö 14/2011. 97 s. <http://hdl.handle.net/10138/37037>
- Saarinen, M., Sinkko, T., Joensuu, K., Silvenius, F. & Ratilainen, A. 2014. Ravitsemus ja maaperävaikutukset ruoan elinkaariarvioinnissa: SustFoodChoice-hankkeen loppuraportti. MTT Raportti 146. 97 s.
- Saarinen, M., Tahvonen, R. & Joensuu, K. 2015. Kuluttajakäyttäytymisen muutos vähähiilisyyteen kannustajana. Teoksessa: Rikkonen, P. & Rintamäki, H. (toim.). Ilmastonmuutoksen hillintävaihtoehtojen ja -skenaarioiden tarkastelu maa- ja elintarviketaloudessa vuoteen 2030. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-011-5>
- Saarinen, M., Fogelholm, M., Tahvonen, R. & Kurppa, S. 2017. Taking nutrition into account within the life cycle assessment of food products. *Journal of Cleaner Production* 149: 828–844. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.062>
- Saarinen, M., Kaljonen, M., Niemi, J., Antikainen, R., Hakala, K., Hartikainen, H., Heikkinen, J., Joensuu, K., Lehtonen, H., Mattila, T., Nisonen, S., Ketoja, E., Knuuttilla, M., Regina, K., Rikkonen, P., Seppälä, J. & Varho, V. 2019a. Ruokavaliomuutoksen vaikutukset ja muu-  
tosta tukevat politiikkayhdistelmät. RuokaMinimi-hankkeen loppuraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:47.

- Saarinen M., Knuuttila, M., Lehtonen, H., Niemi, J., Regina, K., Rikkonen, P., Varho, V., Kaljonen, M., Mattila, T., Seppälä, J. 2019b. Hallittu ruokavaliomuutos voisi tuoda ilmastohyötyjä, parantaa ravitsemusta ja säilyttää maatalouden Suomessa. Policy brief 12/2019. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoimikunta. [Hallittu ruokavaliomuutos voisi tuoda ilmastohyötyjä, parantaa ravitsemusta ja säilyttää maatalouden Suomessa | Tieto käyttöön](#)
- Saarinen, M., Heikkinen, J., Ketoja, E., Kyttä, V., Hartikainen, H., Silvennoinen, K., Valsta, L. & Lång, K. 2023. Soil carbon plays a role in the climate impact of diet and its mitigation: the Finnish case. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.904570>
- Saarinen, M., Kyttä, V., Kettunen, M., Pietiläinen, O., Nurmi, M., Kårlund, A., Pellinen, T., Kolehmainen, M., Pajari, A.-M., Tuomisto H. 2024. Ravitsemus elintarvikkeiden elinkaariarvioinnissa ja ympäristömerkinnässä : NEPGA-hankkeen loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 37/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 58 s.
- Saarinen, M., Pellinen, T., Kostensalo, J., Nousiainen, J., Joensuu, K., Itkonen, S. T. and A-M Pajari. 2025. Dietary Climate Impact Correlates Ambiguously with Health Biomarkers– a Randomised Controlled Trial in Healthy Finnish Adults. *European Journal of Nutrition* 64(2): 95. <https://doi.org/10.1007/s00394-025-03609-w>
- Saarni, K., Setälä, J. & Niukkanen, J. 2024. Kalamarkkinakatsaus 2024. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 61/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <https://merijakalatalous.fi/wp-content/uploads/Kalamarkkinakatsaus-2024.pdf>
- Saarnio, S., Liimatainen, M. & Lång, K. 2025. Synteesiraportti: Turvepeltojen vettämisen vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 61/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 27 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-090-9>
- Sairanen, A., Kajava, S. & Hietala, S. 2024. Effect of forage-to-concentrate ratio in dairy cow diets on estimated milk carbon footprint. Teoksessa: *Grassland Science in Europe 29: 169. Proceedings of the 30th General Meeting of the European Grassland Federation, Leeuwarden, the Netherlands, 9–13 June 2024.*
- SAKL 2024. Suomen ammattikalastajaliitto. <https://sakl.fi/pohjanlahden-silakan-kalastus-tayttaa-mscn-kestavan-kalastuksen-standardit-uudelleen-arviointi-saatu-paatokseen/> [viitattu 29.10.2024]
- Sala, S., Amadei, A.M., Beylot, A. & Ardente, F. 2021. The evolution of life cycle assessment in European policies over three decades. *International Journal of Life Cycle Assessment* 26: 2295–2314. <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01893-2>
- Salo, M. ym. 2023. Ohjauskeinoja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljen pienentämiseen. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnon julkaisusarja 2023: 47. Valtioneuvosto 2023. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-424-8>
- Salonen, J., Jalli, H., Muotila, A., Niemi, M., Ojanen, H., Ruuttunen, P. & Hyvönen, T. 2023. Fifth survey on weed flora in spring cereals in Finland. *Agricultural and Food Science* 32: 51–68. <https://doi.org/10.23986/afsci.130009>

- Sares-Jäske, Laura, Tommi Härkänen, Heli Tapanainen, Merja Saarinen, Jani Salminen, Liisa Valsta, and Laura Paalanen. 2025. Sociodemographic and Regional Differences in Dietary Climate Impact: Findings from Finnish Population Surveys. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 9. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1543646>
- Savoia, S. & Stachowicz, K. & Amer, P. 2022. Benchmarking genetic progress across dairy industries in the era's before and during genomics. *Abacusbio*. Viitattu 8.11.2024. [https://www.dairynz.co.nz/media/tmelbofp/dairy\\_genetic\\_trends\\_benchmarking\\_report\\_2022\\_public-003.pdf](https://www.dairynz.co.nz/media/tmelbofp/dairy_genetic_trends_benchmarking_report_2022_public-003.pdf)
- Scherhauer, S., Moates, G., Hartikainen, H., Waldron, K. & Obersteiner, G. 2018. Environmental impacts of food waste in Europe. *Waste Management* 77: 98–113.
- Schmidt, J.H. & Dalgaard, R. 2012. National and farm level carbon footprint of milk—methodology and results for Danish and Swedish milk 2005 at farm gate. Arla Foods, Aarhus.
- Serafini, M. & Toti, E. 2016. Unsustainability of obesity: metabolic food waste. *Frontiers in Nutrition* 3: 40.
- Setälä, J., Kankainen, M., Vielma, J., Niukko, J., Pitkämäki, A., Saario, M., Ahvenharju, S., Hillgren, A. & Tommila, P. 2016. Itämerirehua kotimaisista kalavirroista. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 28/2016. Luonnonvarakeskus. Helsinki.
- Setälä, J., Saarni, K., Ahvonen, A., Lindberg, P., Niukko, J., Raitaniemi, J. & Salmi, P. 2024. Suomen Euroopan meri-, kalatalous- ja vesiviljelyrahasto-ohjelman (2021–2027) arviointi- ja ennakointiraportti 2024. Luonnonvarakeskus. <https://merijakalatalous.fi/wp-content/uploads/Suomen-EMKVR-ohjelman-ennakointi-ja-arviointiraportti-2024.pdf>
- Silvenius, F., Usva, K., Katajajuuri, J.-M. & Jaakkonen, A.-K. 2019. Kasvihuonetuotteiden ilmastovaikutuslaskenta ja vesijalanjälki. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 82/2019. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 25 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/545046>
- Silvenius, F. & Katajajuuri, J.-M. 2021. Reduction of the climate impact of Finnish greenhouse vegetables achieved by energy acquisitions between 2004 and 2017. *Journal of Horticultural Science and Research* 4(1): 135–145.
- Silvenius, F. & Usva, K. 2021. Kananmunan ympäristöjalanjälki. Tulokset. Esitys 26.11.2021.
- Silvenius, F., Usva, K. & Nousiainen, J. 2021. Suomalaisen kananmunan ympäristöjalanjälki. Kananmunapakkaamoiden, Siipikarjaliiton ja MTK:n rahoittama tilaustutkimus. Luottamuksellinen.
- Silvenius, F., Setälä, J., Keskinen, T., Niukko, J., Kiuru, T., Kankainen, M., Saarni, K. & Silvennoinen, K. 2022. Suomalaisten kalatuotteiden ilmastovaikutus. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 13/2022. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 37 s.
- Silvenius, F., Silvennoinen, K., Setälä, J., Keskinen, T., Kankainen, M., Saarni, K., Niukko, J. & Leinonen, I. 2025. The Greenhouse Gas Emissions of the Most Remarkable Finnish Fish Product Chains. *Scientific Reports* 15, no. 1 (October 21, 2025): 36813. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-20628-z>.

- Silvennoinen, K. & Nisonen, S. 2020. Kotitalouksien elintarvikejäte: Seka- ja biojätteen lajittelututkimus 2018 ja 2019. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 35/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 19 s.
- Silvennoinen, K., Nisonen, S. & Lahti, L. 2020. Ravitsemispalveluiden elintarvikejäte: jätteen määrä 2018–2019 ja seurannan kehittäminen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 1/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 45 s.
- Sonesson, U., Davis, J., Flysjö, A., Gustavsson, J. & Witthöft, C. 2017. Protein Quality as Functional Unit – A Methodological Framework for Inclusion in Life Cycle Assessment of Food. *Journal of Cleaner Production* 140: 470–78. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.115>
- Sorley, M., Casey, I., Styles, D., Merino, P., Trindade, H., Mulholland, M., Resch-Zafra, C., Keatinge, R., Le Gall, A., O'Brien, D. & Humphreys, J. 2024. Factors influencing the carbon footprint of milk production on dairy farms with different feeding strategies in western Europe. *Journal of Cleaner Production*, 435, 140104. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140104>
- Soussana, J.F., Loiseau, P., Vuichard, N., Ceschia, E., Balesdent, J., Chevallier, T. & Arrouays, D. 2004. Carbon cycling and sequestration opportunities in temperate grasslands. *Soil Use and Management* 20(2): 219–230.
- Soussana, J.F., Fereres, E., Long, S., Mohren, F.M.J., Panday-Lorch, R., Peltonen-Sainio, P., Porter, J.R., Rosswall, T. & von Braun, J. 2012. A European science plan to sustainably increase food security under climate change. *Global Change Biology* 18: 3269–3271. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02746.x>
- Statistics Finland 2024. Greenhouse gas emissions in Finland 1990 to 2022. National Inventory Document under the UNFCCC and Paris Agreement. Published online 16.12.2024. [https://stat.fi/media/uploads/tup/khkinv/fi\\_nid\\_un\\_2022\\_2024-12-16.pdf](https://stat.fi/media/uploads/tup/khkinv/fi_nid_un_2022_2024-12-16.pdf)
- Stenmark, Å., Jensen, C., Quested, T. & Moates, G. 2016. Estimates of European food waste levels.
- Stevenson, P. 2024. Reversing the detrimental impact of genetic selection on farm animal welfare. Session 51. Genetic progress vs animal welfare? 75th EAAP Annual Meeting, 1–5 September 2024, Florence, Italy. Viitattu 13.11.2024. <https://eaap.org/announcement-publication-of-the-book-of-abstracts-for-the-75th-eaap-annual-meeting/>
- Strandén, I., Kantanen, J., Lidauer, M.-H., Mehtiö, T. & Negussie, E. 2022. Animal board invited review: Genomic-based improvement of cattle in response to climate change. *Animal* 16: 100673. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100673>
- Stubbendorff, A., Hallström, E., Tomova, G., Borné, Y., Janzi, S., Sonestedt, E. & Ericson, U. Greenhouse Gas Emissions in Relation to Micronutrient Intake and Implications of Energy Intake: A Comparative Analysis of Different Modeling Approaches. *The American Journal of Clinical Nutrition* 121(5): 1063–76, <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2025.02.031>

- Sturite, I., Henriksen, T.M. & Breland, T.A. 2007. Winter losses of nitrogen and phosphorus from Italian ryegrass, meadow fescue and white clover in a northern temperate climate. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120: 280–290.
- Stylianou, K.S., Heller, M.C., Fulgoni, V.L., Ernstoff, A.S., Keoleian, G.A. & Jolliet, O. 2016. A Life Cycle Assessment Framework Combining Nutritional and Environmental Health Impacts of Diet: A Case Study on Milk. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 21(5): 734–46. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0961-0>
- Stylianou, K.S., Fulgoni, V.L. & Jolliet, O. 2021. Small Targeted Dietary Changes Can Yield Substantial Gains for Human Health and the Environment. *Nature Food* 2(8): 616–27. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00343-4>
- Summary report of the EAT Lancet commission 2019. [The 2019 EAT-Lancet Commission - EAT](#)
- Sundin, N., Rosell, M., Eriksson, M., Jensen, C., & Bianchi, M. 2021. The climate impact of excess food intake-An avoidable environmental burden. *Resources, Conservation and Recycling* 174: 105777.
- Suojala-Ahlfors, T., Hurme, T., Jaakkola, S., Kirkkala, T., Koivisto, A., Laine, P., Pihala, J., Salo, T., Uusitalo, R., Ventelä, A.-M. & Ylivainio, K. 2021. *Vihannestuotannon kestävä ravintohuolto*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 42/2021. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 71 s.
- Suojala-Ahlfors, T., Keskinen, R., Salo, T., Rasa, K., Hyvönen, J. & Huhdanmäki, T. 2024a. *Viljava vihannesmaa – kestävä tuotannon perusta*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 84/2024. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 44 s.
- Suojala-Ahlfors, T., Koivisto, A., Liski, E., Jaakkonen, A.-K. & Mattila, T. 2024b. Time trends of field vegetable yields and yield gaps in northern latitudes using a Bayesian approach. *Agricultural and Food Science* 33: 247–260. <https://doi.org/10.23986/afsci.144532>
- Suojala-Ahlfors, T. (toim.) 2025. Kasviksia kotimaasta: Suomalaisen kasvistuotannon mahdollisuudet vastata kasvavaan kysyntään. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 63/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 152 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-092-3>
- Suomen Siipikarjaliitto 2021. Tiedote 17.6.2021: Tutkimus vahvisti kananmunan pienen ympäristöjalanjäljen. ePressi. <https://www.epressi.com/tiedotteet/maatalous/tutkimus-vahvisti-kananmunan-pienen-ymparistojalanjaljen.html>
- SVT 2024. Suomen virallinen tilasto. Kotieläinten lukumäärä [verkkójulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu 5.5.2024.
- Syke 2022. Pintavesien tila. Vesi.fi Julkaistu: 1.6.2022. Suomen ympäristökeskus. Helsinki, <https://www.vesi.fi/vesitieto/rehevoittava-kuormitus/>
- Syke 2024. Katsaus Suomen ympäristön tilaan 2024. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. <https://www.ymparisto.fi/en/state-environment/water/nutrient-load> [viitattu 30.10.2024]

- Sørensen, M.K., Norberg, E., Pedersen, J. & Christensen, L.G. 2008. Invited review: Crossbreeding in dairy cattle: A Danish perspective. *Journal of Dairy Science* 91: 4116–4128.
- Tampio, E., Vainio, M., Virkkunen, E., Rahtola, M., & Heinonen, S. (2018). Opas kierrätyslannoitevalmisteiden tuottajille. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 37/2018. Luonnonvarakeskus (Luke). Saatavilla osoitteessa: <https://jukuri.luke.fi/bitstreams/d1051e9e-1053-4918-bb42-82168b26db2c/download>
- Tauren, P. 2023. Genomitestaus maataloilla. Teoksessa: Kantakirjasta genomi aikaan. Suomalainen lypsykarjanjalostus 125 vuotta. Vantaa: Faba Osk. s. 195–199.
- Termonen, M., Korhonen, P., Kykkänen, S. et al. 2020. Effects of nitrogen application rate on productivity, nutritive value and winter tolerance of timothy and meadow fescue cultivars. *Grass and Forage Science* 75: 111–126.
- Terve Suomi 2023 – Lihavuuden ilmiöraportti. [https://www.thl.fi/terveysuomi\\_verkkoraportit/ilmioraportit\\_2023/lihavuus.html](https://www.thl.fi/terveysuomi_verkkoraportit/ilmioraportit_2023/lihavuus.html)
- Thøfner, I.C.N., Dahl, J. & Christensen, J.P. 2021. Keel bone fractures in Danish laying hens: Prevalence and risk factors. *PLOS ONE* 16: e0256105. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256105>
- Tiainen, J., Hyvönen, T., Hagner, M. et al. 2020. Biodiversity in intensive and extensive grasslands in Finland: the impacts of spatial and temporal changes of agricultural land use. *Agricultural and Food Science* 29: 68–97. <https://doi.org/10.23986/afsci.86811>
- Tilastokeskus 2023. Yritysten rakenne- ja tilinpäätöstilasto, Yritykset toimialoittain, 2013–2020. [https://statfin.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_yrti/statfin\\_yrti\\_pxt\\_11qc.px/](https://statfin.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_yrti/statfin_yrti_pxt_11qc.px/)
- Tilastokeskus 2024. Kotitalouksien kulutus 2012–2022. <https://stat.fi/tilasto/ktutk>
- Toivonen, M., Huusela, E., Hyvönen, T., Marjamäki, P., Järvinen, A. & Kuussaari, M. 2022. Effects of crop type and production method on arable biodiversity in boreal farmland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 337: 108061. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108061>
- Torán-Pereg, P., Kyttä, V., Pardo, G. & Saarinen, M. 2025. Adapting the product group-specific nutritional functional units to the Spanish context. *International Journal of Life Cycle Assessment* 30: 682–693. <https://doi.org/10.1007/s11367-024-02422-7>
- Toti, E., Di Mattia, C., & Serafini, M. 2019. Metabolic food waste and ecological impact of obesity in FAO world's region. *Frontiers in Nutrition*, 6, 126. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00126>
- Tukiainen, K., Kyttä, V., Gómez-Gallego, C., Kolehmainen, M., Pajari, A-M, Tuomisto, H. L., Saarinen, M. & Kårlund, A. 2025. Re-evaluating the importance of protein quality: insights on its limited role in multi-nutrient functional units. *International Journal of Life Cycle Assessment* 30: 928–938. <https://doi.org/10.1007/s11367-025-02451-w>
- Turtola, E. & Kemppainen, E. 1998. Nitrogen and phosphorus losses in surface runoff and drainage water after application of slurry and mineral fertilizer to perennial grass ley. *Agricultural and Food Science in Finland* 7: 569–581.

- UN 2015. The 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Usva, K., Hietala, S., Nousiainen, J., Vorne, V., Vieraankivi, M.-L., Jallinoja, M. & Leinonen, I. 2022. Environmental life cycle assessment of Finnish broiler chicken production – focus on climate change and water scarcity impacts. *Journal of Cleaner Production* 410: 137097. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137097>
- Usva, K. 2024. Assessing water scarcity impact of food products applying AWARE method within LCA. Artikkeliväitöskirja. Helsingin yliopisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-84-0209-1>
- Uusi-Kämpä, J. 2010. Effect of outdoor production, slurry management and buffer zones on phosphorus and nitrogen runoff losses from Finnish cattle farms. Doctoral dissertation. MTT Science 7. <http://www.mtt.fi/mtttiede/pdf/mtttiede7.pdf>
- Uusi-Kämpä, J., Turtola, E., Närvänen, A., Jauhiainen, L. & Uusitalo, R. 2012. Phosphorus mitigation during springtime runoff by amendments applied to grassed soil. *Journal of Environmental Quality* 41: 420–426.
- Uusi-Kämpä, J., Huuskonen, A., Pesonen, E. & Laurila, M. 2023. Rantalaidunnuksen ravinnevaikutukset Perämeren rannikolla. *Vesitalous LXIV*(5): 40–43.
- Vainio, E. (toim.) 2022. Maatalouden typpihaaste – vaihtoehtoja ja ratkaisuja : Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 53/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 68 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/551964>
- Valkama, E., Rankinen, K., Virkajärvi, P., Salo, T., Kapuinen, P. & Turtola, E. 2016. Nitrogen fertilization of grass leys: Yield production and risk of N leaching. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 230: 341–352.
- Valsta, L., Kaartinen, N., Tapanainen, H., Männistö, S. & Sääksjärvi, K. (toim.) 2018. Ravitsemus Suomessa – FinRavinto 2017 -tutkimus. Terveysten ja hyvinvoinnin laitos THL. Helsinki. Raportti 12/2018. 239 s. (verkkojulkaisu). <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-238-3>
- Vanhatalo, A., Simojoki, A., Stoddard, F., Lamminen, M., Alakukku, L., Hietala, S., Korhonen, K., Kuoppala, K., Lombardini (former Lombardini-Riipinen), C., Mäkelä, P., Välimaa, A.-L., & Pajari, A.-M. 2024. Leg4Life-hankkeen politiikkasuosituksia 2: Palkokasvien viljely ruoksi ja rehuksi vahvistaa ruokaturvaa ja huoltovarmuutta. Helsingin yliopisto. [https://www.leg4life.fi/wp-content/uploads/2024/11/Leg4Life-policy-brief -suomi DIGI 202410 SUURI.pdf](https://www.leg4life.fi/wp-content/uploads/2024/11/Leg4Life-policy-brief-suomi DIGI 202410 SUURI.pdf)
- VanRaden, P.M. 2020. Symposium review: How to implement genomic selection. *Journal of Dairy Science* 103: 5291–5301. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17684>
- Verones, F., Bare, J., Bulle, C., Frischknecht, R., Hauschild, M., Hellweg, S., Henderson, A., ... & Frantke, P. 2017. LCIA Framework and Cross-Cutting Issues Guidance within the UNEP-SETAC Life Cycle Initiative. *Journal of Cleaner Production* 161: 957–67. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.206>
- Vieux, F., Perignon, M., Gazan, R. & Darmon, N. 2018. Dietary Changes Needed to Improve Diet Sustainability: Are They Similar across Europe? *European Journal of Clinical Nutrition* 72(7): 951–60. <https://doi.org/10.1038/s41430-017-0080-z>

- Viitala, E.-J., Assmuth, A., Koikkalainen, K., Miettinen, A., Mutanen, A., Wall, A., Wejberg, H. & Lehtonen, H. 2022. Maa- ja metsätalouden kannustinjärjestelmien ilmastovaikutukset : Synteesiraportti. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 99 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-388-6>
- Virkajärvi, P., Maljanen, M., Saarijärvi, K., Haapala, J. & Martikainen, P.J. 2010. N<sub>2</sub>O emissions from boreal grass and grass-clover pasture soils. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 137: 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.12.015>
- Virkajärvi, P., Rinne, M., Mononen, J., Niskanen, O., Järvenranta, K. & Sairanen, A. 2015. Dairy production systems in Finland. Teoksessa: van den Pol-van Dasselaar, A. et al. (toim.). *Grassland and forages in high output dairy farming systems. Proceedings of the 18th Symposium of the European Grassland Federation.* s. 51–66.
- Virkkunen, E. (toim.) 2022. Turvepeltojen kosteikkoviljely ja pohjaveden korkeuden säätely: Kannattavuus ja päästövähennysmahdollisuudet. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 12/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 72 s.
- VNa 1250/2014. Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000461>
- VNa 235/2015. Valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksesta. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150235>
- Vollenweider, R.A. 1975. Input-output models: With special reference to the phosphorus loading concept in limnology. *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie – Swiss Journal of Hydrology* 37: 53–84.
- VRN 2014. Terveyttä ruoasta – Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014. Valtion ravitsemusneuvottelukunta. 5. korjattu painos. Helsinki: PunaMusta Oy.
- VRN & THL 2024. Kestävää terveyttä ruoasta – kansalliset ravitsemussuositukset 2024. THL, Ohjaus 10. Valtion ravitsemusneuvottelukunta, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Helsinki: PunaMusta Oy.
- Vänninen, I. 2012. Vihannekset. Kasvihuonevihannekset. Teoksessa: Ahvenniemi, P. (toim.). *Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita. Kasvinsuojeluseuran julkaisu* 103. s. 230–271.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., ... & Murray, C.J.L. 2019. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet* 393(10170): 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- YM 2025. Kipsin levitys pelloille jatkuu, mutta viljelijän kannattaa sopia syksyn viimeisistä levietyksistä nyt. Tiedote 25.9.2025.
- Ympäristönsuojelun raportointipalvelu 2024. <https://www.ely-keskus.fi/web/ylva>
- Ziegler, F., Jafarzadeh, S., Skontorp Hognes, E. & Winther, U. 2021. Greenhouse gas emissions of Norwegian seafoods: From comprehensive to simplified assessment. *Journal of Industrial Ecology* 26: 1908–1919. <https://doi.org/10.1111/jiec.13150>



**Löydät meidät  
verkosta**

**luke.fi**



Luonnonvarakeskus (Luke) Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki