

SUOMEN ILMASTOPANEELIN RAPORTTI 4/2026

Suuntana ilmastotehokas maatalous Suomessa

HEIKKI LEHTONEN, PEPPI HAARIO, CSABA JANSIK, NIINA KAARTINEN, MARITA KETTUNEN,
MARIANNE LEINO, TUOMAS MATTILA, MIRKKA MAUKONEN, SATU MÄNNISTÖ, MERJA SAARINEN,
JYRI SEPPÄLÄ & HENRIK WEJBERG

© Suomen ilmastopaneeli

Julkaistu CC BY 4.0 -lisenssillä.

Suomen ilmastopaneelin raportti 4/2026.

Suuntana ilmastotehokas maatalous Suomessa

Tekijät: Heikki Lehtonen, Peppi Haario, Csaba Jansik, Niina Kaartinen, Marita Kettunen, Marianne Leino, Tuomas Mattila, Mirkka Maukonen, Satu Männistö, Merja Saarinen, Jyri Seppälä ja Henrik Wejberg

Toimitussihteeri: Heidi Lehtiniemi, Marianne Leino, Anni Toiviainen

Julkaisupäivä: 1.6.2026

ISSN: 2737-0666

ISBN: 978-952-7457-41-2

DOI: [lisätään myöhemmin]

Raportissa on hyödynnetty tekoälyä tietolähteiden haussa, mutta tekoälyn hakemaa tietoa ei ole hyödynnetty sellaisenaan.

Viittausohje:

Lehtonen, H., Haario, P., Jansik, C., Kaartinen, N., Kettunen, M., Leino, M., Mattila, T., Maukonen, M., Männistö, S., Saarinen, M., Seppälä, J. & Wejberg, H. 2026. Suuntana ilmastotehokas maatalous Suomessa. Suomen ilmastopaneelin raportti 4/2026.

Suomen ilmastopaneeli edistää tieteen ja politiikan välistä vuoropuhelua ilmastokysymyksissä. Se koostaa tutkittua tietoa ja antaa suosituksia ilmastopoliittiseen päätöksentekoon tueksi. Ilmastopaneelin selvitykset ja kannanotot tehdään tieteellisin perustein, paneelin monitieteistä asiantuntemusta hyödyntäen.

[Ilmastopaneeli.fi](https://ilmastopaneeli.fi)

[LinkedIn](#) | [Bluesky](#)

info@ilmastopaneeli.fi

SISÄLLYS

KESKEISET VIESTIT	IV
TIIVISTELMÄ.....	VII
SAMMANDRAG.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. JOHDANTO.....	1
2. RUOKAJÄRJESTELMÄN JA MAATALOUDEN PÄÄSTÖT	2
2.1 SUOMEN MAATALOUDEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA NIIDEN KEHITYS	4
2.2 RUOKAJÄRJESTELMÄN JA MAATALOUDEN PÄÄSTÖT EU:N ILMASTOPOLITIIKASSA.....	7
3. RUOKAVALIOIDEN MUUTOSSUUNNAT JA MAHDOLLISUUDET	9
3.1 RUOKAVALIOT OVAT OSA ILMASTOTEHOKASTA MAATALOUTTA.....	9
3.2 HAVAITUT MUUTOSSUUNNAT RUOKAVALIOISSA.....	13
3.3 VAIHTOEHTOISIA RUOKAVALIOMUUTOKSIA VÄESTÖTASOLLA	15
3.4 RUOKAVALIOMUUTOSTEN ESTEET JA AJURIT	19
3.5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET RUOKAVALIOMUUTOKSISTA.....	26
4. SOLUMAATALOUDEN MAHDOLLISUUDET JA KEHITYSNÄKYMÄT	29
4.1 ARVIOT SOLUMAATALOUDEN YLEISTYMISESTÄ	30
4.2 ILMASTO- JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET, SKAALAUTUVUUS JA HYVÄKSYTTÄVYYS	33
4.3 SOLUMAATALOUDEN TÄMÄN HETKEN KEHITYSNÄKYMÄT	36
4.4 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	39
5. ELINTARVIKETEOLLISUUDEN ILMASTOTAVOITTEITA JA KEHITYSSUUNTIA	40
5.1 MAATALOUDEN PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISMAHDOLLISUUDET JA ELINTARVIKETEOLLISUUS....	41
5.2 MITEN RUOKATEOLLISUUDEN VASTUULLISUUSOHJELMIEN PÄÄSTÖVÄHENNYKSISSÄ ON EDISTYTTY?	43
5.3. ELINTARVIKEYRITYSTEN JA MAATILOJEN TOIMENPITEIDEN HUOMIOON OTTAMINEN KASVIHUONEKAASUINVENTAARISSA	54
5.4. ILMASTOTAVOITTEIDEN AJURIT JA YRITYSTEN MOTIVAATIOT.....	57
5.5. YHTEENVETO ELINTARVIKETEOLLISUUDEN VASTUULLISUUSOHJELMISTA	59
6. HIILIVILJELY.....	63

6.1 HIILENSIDONNAN LISÄÄMINEN KIVENNÄISMAILLA	64
6.2 TURVEPELTOJEN VETTÄMISEN HAASTEET	72
6.3 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ HIILIVILJELYN JA TURVEPELTOJEN VETTÄMISEN MAHDOLLISUUKSISTA.....	76
7. TULEVAISUUDEN VISIOITA JA SKENAARIOITA ILMASTOTEHOKKAALLE SUOMEN MAATALOUELLE	77
7.1. PERUSKENAARIO JA MUUTOSSKENAARIOT	78
7.2. TUOTANNON, PELLONKÄYTÖN, MAATALOUSTULON JA KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN KEHITYS ERI SKENAARIOISSA VUOTEEN 2055.....	82
7.4. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ TULEVAISUUDEN SKENAARIOISTA	96
8. JOHTOPÄÄTÖKSET	98
LÄHTEET.....	102
LIITE	119

Ilmastotehokas maatalous vähentää päästöjä, vastaa ruoan kysynnän muutoksiin ja lisää kriisikestävyyttä

Suomen tavoitteena tulee olla ilmastotehokas maatalous, joka vastaa kasvavaan kasvipohjaisen ruoan kysyntään, vähentää viljelysmaan ja kotieläintuotannon päästöjä, toimii pienemmällä määrällä ulkomaisia lannoitteita ja muita tuotantopanoksia sekä sietää nykyistä paremmin epäedullisia sää- ja markkinaolosuhteita sekä sopeutuu paremmin ilmastonmuutoksen vaikutuksiin.

Ilmastotehokkaan maatalouden saavuttaminen edellyttää ruokajärjestelmän läpileikkaavaa muutosta. Tämän aikaansaamiseksi Suomessa tulee

- muuttaa ruokavalioita kohti ravitsemussuosituksia
- lisätä kasviproteiinien ja muiden kasvituotteiden tuotantoa ja käyttöä sekä vähentää kotieläintuotantoa kulutuksen muutoksia vastaavasti
- varmistaa ruokateollisuuden koko tuotantoketjun ilmastotoimien eteneminen
- parantaa satoisuutta ja muuta tuottavuutta sisältäen hiiliviljelyn ja sopeutumisen ilmastonmuutokseen eri keinoin
- kehittää solumaataloutta ja edistää sen käyttöönottoa
- vähentää merkittävästi turvepeltojen päästöjä ja välttää uusien turvepeltojen raivaamista
- vähentää maatalouden fossiilisen energian käyttöä.

Näiden toimien toteuttaminen vaatii maataloustukien uudelleensuuntaamista ja kannusteiden vahvistamista yhteistyössä muun rahoituksen, ruokateollisuuden ohjelmien ja niihin osallistuvien viljelijöiden kanssa. Lisäksi tarvitaan päästöjen hinnoittelua ja viljelijöiden pääsyä vapaaehtoisille hiili- ja luontoarvomarkkinoille.

Ruokajärjestelmän toimijoiden aikaansaamat päästövähennykset on tärkeää saada näkyväksi päästölaskemissa. Tämä vaatii kasvihuonekaasuinventaarion jatkuvaa kehittämistä.

Ilmastotehokas maatalous edellyttää toimia

Seuraavista kokonaisuuksista muodostuu itseään vahvistava muutos, joka purkaa esteitä ja luo vähitellen uusia kestävämpiä rakenteita ja toimintatapoja kohti ilmastotehokasta maataloutta.

RAVITSEMUSUOSITUSTEN MUKAISET KASVIPAINOTTEISET RUOKAVALIOT TUKEVAT TERVEYS-, ILMASTO- JA YMPÄRISTÖTAVOITTEITA

- Siirtyminen kasvipainotteisempiin ruokavalioihin parantaa kansanterveyttä ja voi vähentää ruoankulutuksen ilmastovaikutuksia 30–40 prosenttia. Samalla se luo edellytyksiä merkittäville maatalouden päästövähennyksille.
- Eläin- ja kasvipainotteen proteiinin 50/50-suhde on saavutettavissa Suomessa, jos ruokavaliomuutoksia tukevat ohjaukset otetaan laajasti käyttöön. Kansanterveys- ja ympäristötavoitteet voidaan saavuttaa myös kasvipainotteisilla sekaruokavalioidilla.
- Ruokaympäristöjen, kuten kauppojen, koulujen ja työpaikkojen, tulee edistää kasvipainotteisia valintoja tekemällä terveellisestä ja kestävästä ruoasta helposti saatavaa ja vaivatonta valmistaa.
- Erityisesti miehiä sekä pienituloisia ja matalammin koulutettuja tulee tukea muutoksessa vahvistamalla motivaatiota, mahdollisuuksia ja kyvykkyyksiä.
- Ravitsemuksellisen riittävyyden varmistaminen edellyttää säännöllistä seurantaakin koko väestössä ja haavoittuvissa väestöryhmissä.

PELTOMAIEN KÄSITTELYN MUUTOKSILLA VOIDAAN SAAVUTTA HUOMATTAVIA PÄÄSTÖVÄHENNYKSIÄ JA HIILINIELUJA

- Hiiliviljely kivennäis- ja turvemaidella on monihyötyistä: se auttaa vesiensuojelua ja vesien hallintaa, peltomaan vedenpidätystä ja kuivuuden sietoa sekä ravinteiden saatavuutta ja tehokasta käyttöä.
- Turvemaiden vettäminen vähentää päästöjä pohjaveden pinnan tasosta riippuen 10–25 t CO₂ ekv./hehtaari. Kokonaisuutena turvepelloilla voidaan päästä maataloustuotantoa vähentämättä 1,3–2,2 Mt CO₂ ekv. päästövähennyksiin vuosittain, kun keinoina ovat pysyvä vettäminen, sääätösalajoitus, yksivuotisten kasvien kuten viljan vähentäminen sekä viljelemättömien turvepeltojen metsitys.
- Kivennäismailla voidaan saavuttaa huomattavia kokonaishiilinieluita (suuruusluokkaa 1–1,3 Mt CO₂ ekv./vuosi) hehtaariohtaisesti melko vaatimattomillakin hiilensidontamäärillä (0,2 t C/ha/vuosi).
- Turvepeltojen päästövähennystoimet on mahdollista kohdentaa eri tuotantosuuntiin ja eri osiin maata niin, että maatalojen tuotantoedellytykset eivät vaarannu.
- Eri toimien käyttöönotto vaatii uuden opettelua ja toimivien viljelykäytäntöjen löytämistä erilaisiin viljelyjärjestelmiin maatalokohtaisesti. Viljelijäverkostot ovat osoittautuneet erinomaisiksi tavoiksi levittää jo luotuja hyviä käytäntöjä ja yhteiskehittää ratkaisuja ilmeneviin haasteisiin. Valkuaiskasvien viljelyä, käyttöä ja sopivia viljelykiertoja voidaan kehittää yhteistyössä kasvi- ja kotieläintuotannon kesken.

RUOKATEOLLISUUDELLA ON TÄRKEÄ ROOLI ILMASTOTEHOKKAAN RUOANTUOTANNON KEHITTÄMISESSÄ

- Ruokateollisuuden yrityksillä on mahdollisuus vaikuttaa ruokajärjestelmän päästöjen kehittymiseen sopimustuotannon ja vastuullisuusohjelmien ehtojen ja kannusteiden avulla.
- Ruokateollisuuden vastuullisuusohjelmissa ilmastotyö on edennyt – osin ripeästi, osin hitaasti. Yrityskohtainen päästölaskenta on kuitenkin vielä alkutekijöissään ja vertailtavuus on hankalaa. Erityisesti ruokateollisuuden maankäyttöön liittyvien päästöjen seuranta olisi kehitettävä.
- Täysimääräisten päästövähennysten aikaansaamiseksi tullaan tarvitsemaan julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyötä, ja ruokateollisuudella on tärkeä osa vastuujalon määrittelyssä.
- Ruokateollisuus on avainasemassa, kun luodaan kilpailukykyisiä kuluttajatuotteita kasvavaan kasvipohjaisten elintarvikkeiden kysyntään kotimaassa ja ulkomailla.

SOLUMAATALOUS VOI MAHDOLLISTAA SUURIA PÄÄSTÖVÄHENNYKSIÄ TULEVAISUUDESSA

- Maapallon elinkelpoisesta pinta-alasta liki puolet on maatalouden käytössä. Solumaatalouden yleistymisen nykyistä maataloutta korvaten vähentäisi peltoalan tarvetta voimakkaasti ja mahdollistaisi maaekosysteemien hiilinielun merkittävän kasvattamisen.
- Kasvihuonekaasujen vähentyminen solumaatalouden avulla vaatii runsaasti vähäpäästöistä energiaa.
- Fermentointiin perustuva soluviljely on todennäköisesti nopeammin kehittyvää kuin lihasolujen kasvatusta. Soluviljelyyn panostetaan vahvasti erityisesti Aasiassa; Suomessa kehitetään soluviljelyä eri muodoissaan, ja mahdollisuuksia olisi myös soluviljelyn kytkemisessä viljelijäyhteistyöhön erityisesti ravinnekierron ja maankäytön näkökulmasta, mikä vaatisi tarkempaa tutkimusta.
- Suomen hyvin vaihtelevissa kasvukausissa ja usein haastavissa sääolosuhteissa soluviljelyllä voisi olla merkittävä ruoantuotantoa täydentävä rooli.

TIIVISTELMÄ

Tässä raportissa selvitetään Suomen mahdollisuuksia ilmastotehokkaaseen maataloustuotantoon. Ilmastotehokkaalla maataloudella tarkoitetaan tuotantoa, joka vähentää kasvihuonekaasupäästöjä merkittävästi heikentämättä ruoantuotannon omavaraisuutta. Samalla se vastaa kasvavaan kasvipohjaisen ruoan kysyntään, toimii nykyistä pienemmällä määrällä ulkomaisia lannoitteita ja muita tuotantopanoksia, sietää paremmin epäedullisia markkina- ja sääolosuhteita sekä sopeutuu paremmin ilmastonmuutoksen vaikutuksiin.

Tutkimuskirjallisuuden perusteella vaikuttavimmat keinot ilmastotehokkaan maatalouden saavuttamiseksi ovat ruokavaliomuutokset, turvemaiden päästöjen vähentäminen ja kivennäismaiden hiilensidonta, solumaatalous sekä ruokateollisuuden vastuullisuusohjelmat.

Raportissa kuvataan jo havaittuja ruokavaliomuutoksia ja mallinnetaan ravitsemussuosittelusten mukaisten muutosten heijastumista tulevaisuuden kasvipainotteisempiin ruokavalioihin neljässä skenaariossa vuosille 2035 ja 2050. Lisäksi arvioidaan ruokavalioskenaarioiden ravitsemuksellista riittävyyttä, muutosvauhdin realistisuutta sekä ruokavaliomuutosten esteitä ja ajureita. Osana analyysia tarkastellaan suomalaisen ruokateollisuuden vastuullisuusohjelmia, päästövähennystoimissa edistymistä sekä tulevaisuuden mahdollisuuksia. Solumaatalouden kehitysnäkymiä arvioidaan kirjallisuuden ja aiempien selvitysten pohjalta. Peltomaiden käsittelymuutosten tarjoamia päästövähennys- ja hiilensidontamahdollisuuksia tarkastellaan erityisesti hiiliviljelyn ja turvepeltojen vettämisen näkökulmista. Lopuksi analysoidaan skenaariotyön avulla erilaisia kehityspolkuja Suomen maataloudelle vuoteen 2055 saakka. Skenaarioanalyysi täydentää aiempia selvityksiä erityisesti ruokavaliomuutosten, tuottavuuden kehityksen, kysynnän ja politiikkaohjauksen muutosten sekä viennin mahdollisuuksien osalta.

Skenaariotyön pohjalta voidaan todeta, että Suomen maatalouden päästöt vähenevät eniten, varmimmin, nopeimmin ja ilman, että ruoan omavaraisuus ja huoltovarmuus heikkenevät, jos

- turvepeltojen päästöjä vähennetään laajasti
- ruokavaliot muuttuvat merkittävästi kasvipainotteisemmiksi
- kotieläintuotanto vähenee ja kasvituotteiden tuotanto kasvaa kulutusta vastaavasti
- maatalouden tuotantotavat muuttuvat vähäpäästöisemmiksi ja maaperän hiilipitoisuutta edistäviksi
- kivennäismaalajin peltojen hiilisyötettä lisätään monin eri keinoin
- maatalouden fossiilisen energian käyttö vähenee.

Analyysien perusteella ravitsemussuosittelusten mukaiset kasvipainotteiset ruokavaliot mahdollistavat suuret maatalouden päästövähennykset ja tukevat samalla kansanterveyttä. Lisäksi peltomaiden käsittelyn muutoksilla voidaan saavuttaa huomattavia päästövähennyksiä, hiilinieluja ja yhteishyötyjä. Ruokateollisuudella nähdään olevan tärkeä rooli ilmastotehokkaan ruoantuotannon kehittämässä. Pidemmällä tulevaisuudessa solumaatalouden yleistymisellä arvioidaan voivan vapauttaa peltoalaa ja mahdollistaa esimerkiksi hiilinielun merkittävän kasvattamisen. Edellä mainitut muutokset edistävät myös sopeutumista ilmastonmuutokseen.

Yhteenvedona todetaan, että ilmastotehokkaan maatalouden saavuttaminen edellyttää ruokajärjestelmän läpileikkaavaa muutosta ja edistymistä kaikilla tässä raportissa tunnistetuilla osa-alueilla. Näiden toimien toteuttaminen vaatii maataloustukien uudelleensuuntaamista ja kannusteiden vahvistamista. Lisäksi tarvitaan päästöjen hinnoittelua ja viljelijöiden pääsyä vapaaehtoisille hiili- ja luontoarvomarkkinoille.

SAMMANDRAG

I denna rapport utreder man Finlands möjligheter till en klimateffektiv jordbruksproduktion. Med klimateffektivt jordbruk avser man produktion som avsevärt minskar växthusgasutsläppen utan att man försämrar självförsörjningsgraden i matproduktionen. Samtidigt svarar den på den ökade efterfrågan på växtbaserad mat, sköts med mindre mängd utländska gödselmedel och andra produktionsinsatser än i nuläget. Den tål ogynnsamma marknads- och väderförhållanden bättre samt anpassar sig bättre till klimatförändringens effekter.

På basis av forskningslitteraturen är de mest effektiva metoderna för att uppnå ett klimateffektivt jordbruk kostförändringar, minskning av utsläpp från torvmarker och kolbindning i mineraljordar, cellulärt jordbruk samt livsmedelsindustrins ansvarsprogram.

I rapporten beskriver man redan observerade kostförändringar. De modelleras hur förändringar enligt näringsrekommendationerna återspeglas i framtidens mer växtbaserade kost i fyra scenarier för åren 2035 och 2050. Dessutom bedömer man kostscenariernas näringsmässiga tillräcklighet, förändringstaktens realitet samt hinder och drivkrafter för kostförändringar. Som en del av analysen granskar man den finländska livsmedelsindustrins ansvarsprogram, framsteg i åtgärderna av utsläppsminskning samt framtida möjligheter. Utvecklingsutsikterna för cellulär ekonomi bedömer man utifrån litteratur och tidigare utredningar. De möjligheter för utsläppsminskning och kolbindning som ändringarna i behandlingen av åkermark erbjuder granskar man särskilt med tanke på kolodling och vattenföring av torvåkrar. Slutligen analyserar man olika utvecklingsvägar för det finländska jordbruket fram till år 2055 med hjälp av scenarioarbetet. Scenarioanalysen kompletterar tidigare utredningar särskilt i fråga om kostförändringar, produktivitetens utveckling, efterfrågan och förändringar i den politiska styrningen samt exportmöjligheterna.

Utifrån scenarioarbetet kan man konstatera att utsläppen från jordbruket i Finland minskar mest, säkrast, snabbast och utan att matens självförsörjningsgrad och försörjningsberedskap försämras om

- utsläppen minskas i stor utsträckning från torvåkrarna;
- kosten blir betydligt mer växtbetonad;
- husdjursproduktionen minskar och produktionen av växtprodukter ökar i takt med konsumtionen;
- produktionssätten inom jordbruket blir mer utsläppsnåla och främjar kolhalten i marken;
- kolflödet från mineraljordartens åkrar ökas på många olika sätt och
- jordbrukets användning av fossil energi minskar.

Utifrån analyserna möjliggör man stora utsläppsminskningar inom jordbruket med växtbaserad kost enligt näringsrekommendationerna och stöder samtidigt folkhälsan. Dessutom kan betydande utsläppsminskningar, kolsänkor och gemensamma fördelar uppnås genom ändringar i behandling av åkermark. Man anser att livsmedelsindustrin har en viktig roll i utvecklingen av en klimateffektiv matproduktion. I framtiden bedömer man att det finns potential för att frigöra åkerareal och möjliggöra till exempel en betydande ökning av kolsänkan. Ovan nämnda förändringar främjar också anpassningen till klimatförändringen.

Sammanfattningsvis konstaterar man att man förutsätter en genomgående förändring i livsmedelssystemet för att uppnå ett klimateffektivt jordbruk och framsteg inom alla delområden som man identifierat i denna rapport. Genomförandet av dessa åtgärder kräver en omfördelning av jordbruksstödet och en förstärkning av incitamenten. Dessutom behöver man prissättning av utsläppen och jordbrukarnas tillträde till den frivilliga kol- och naturvårdsmarknaden.

ABSTRACT

This report examines Finland's possibilities for climate-smart agricultural production. Climate-smart agriculture refers to production that significantly reduces greenhouse gas emissions without eroding the self-sufficiency of food production. Simultaneously, it responds to the growing demand for plant-based food, reduces the volume of imported fertilisers and other inputs, is more resilient in the face of unfavourable market and weather conditions, and adapts better to the impacts of climate change.

Based on research literature, the most effective methods for achieving climate-smart agriculture are dietary changes, reducing emissions from peatlands and promoting carbon sequestration in mineral soils, cellular agriculture, and food industry responsibility programmes.

The report describes observed dietary changes, and models four future scenarios for 2035 and 2050 examining plant-based diets with dietary changes towards nutrition recommendations. Further, the nutritional adequacy, realism of the rate of the change and the drivers and barriers of dietary changes are assessed. As part of the analysis, the report looks at the Finnish food industry's responsibility programmes, progress in emissions reduction measures and future possibilities. The outlook for cellular agriculture is assessed with literature and earlier studies. The possibilities for emissions reduction and carbon sequestration offered by changes in arable land management are examined especially from the viewpoint of carbon farming and rewetting cultivated peatlands. Finally, the report analyses scenario work of different development pathways for Finnish agriculture until 2055. The scenario analysis complements previous studies by outlining dietary changes, productivity development, changes in demand and policy instruments as well as export opportunities.

Based on the scenario work, it can be concluded that the emissions of Finland's agriculture will be decreased the most, the most certainly and the fastest, without undermining self-sufficiency and security of supply in food, if

- emissions from cultivated peatlands are reduced extensively;
- diets become significantly more plant-based;
- livestock production decreases and the production of plant-based products increases in line with consumption;
- lower-emission agricultural production methods that increase soil carbon content are introduced;
- the carbon input in fields with mineral soils is increased in different ways; and
- the use of fossil energy in agriculture is reduced.

The analyses indicate that plant-based diets aligning with nutrition recommendations will enable major reductions in agricultural emissions while supporting public health. Significant emissions reductions, carbon sinks and combined benefits can additionally be achieved by changes in arable land management. The food industry is seen as playing an important role in developing climate-smart food production. The wider introduction of cellular agriculture in a more distant future is expected to have potential to free up arable land and, for example, enable significant growth of the carbon sink. These changes will also promote climate change adaptation.

To sum up, the report notes that a cross-cutting change in the food system and progress in all areas identified in this report are preconditions for transitioning to climate-smart agriculture. To implement these measures, a reallocation of agricultural subsidies and stronger incentives are required. Carbon pricing and farmers' access to voluntary carbon and nature value markets are also needed.

1. JOHDANTO

Heikki Lehtonen

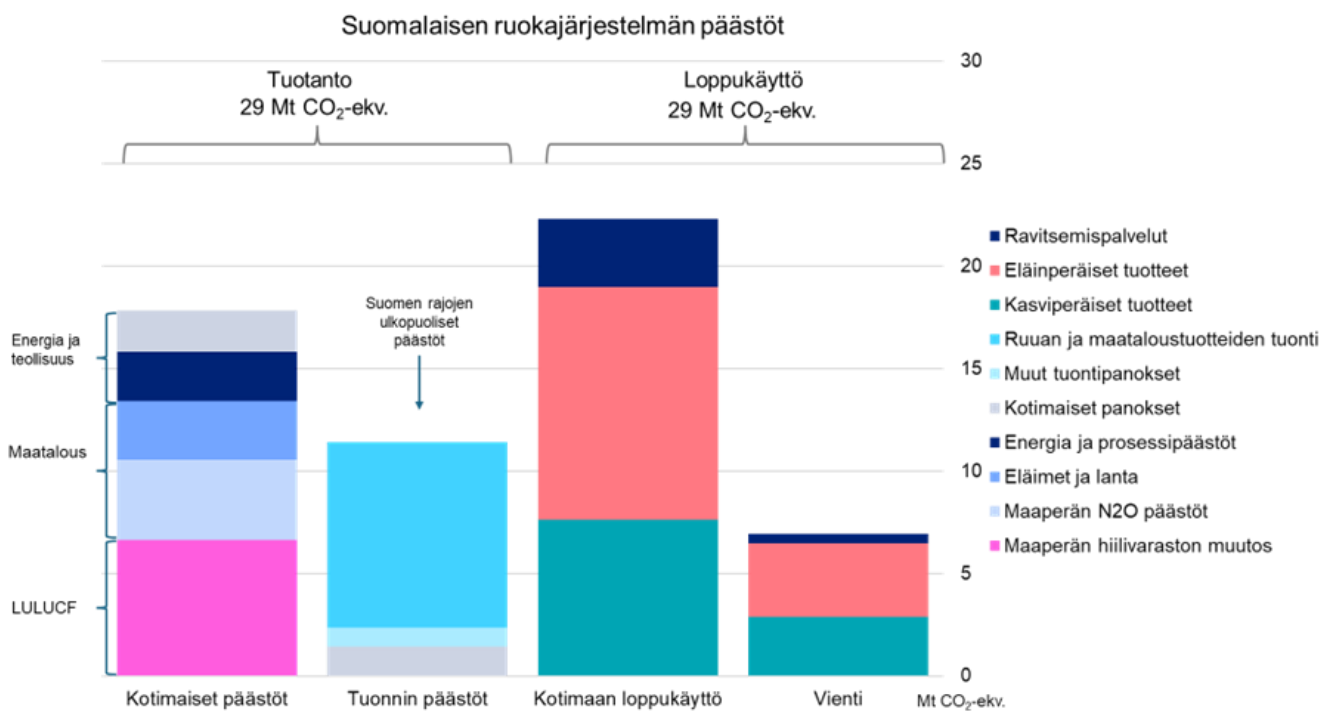
Tässä raportissa arvioidaan Suomen mahdollisuuksia ilmastotehokkaaseen maataloustuotantoon. Ilmastotehokkaalla maataloudella tarkoitetaan tuotantoa, joka pystyy vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä merkittävästi ruoantuotannon omavaraisuutta heikentämättä. Samalla arvioidaan, millainen olisi sellainen suomalainen ilmastotehokas maatalous, joka parantaisi tuottavuuttaan ja kykyään vastata muuttuvaan kotimaiseen kysyntään entistä paremmin sekä sopeutumaan ilmastomuutoksen vaikutuksiin. Tämä tarkoittaa myös vähentyvää riippuvuutta fossiilisella energialla tuotetuista tuotantopanoksista, kuten lannoitteista ja polttoaineista. Tällöin myös kriisinkestävyys voi parantua, kun riippuvuus maahantuotujen tuotantopanosten hinnasta ja saatavuudesta vähenee. Ilmastotehokas maatalous ei myöskään heikentäisi muiden tavoitteiden, kuten luonnon monimuotoisuuden turvaamisen ja vesiensuojelun, saavuttamista. Parasta olisi, jos maataloustoiminnan muutokset ilmastotehokkaaseen suuntaan tuottaisivat samalla myös muita ympäristöhyötyjä huomioiden, ja että huoltovarmuus, eli ravitsemustarpeisiin vastaavien elintarvikkeiden saatavuuden varmistaminen on etusijalla. Huoltovarmuuden varmistamisessa tuotannon omavaraisuudella on geopolittisten kriisien seurauksena kasvanut merkitys, eli kysyntään tulisi pystyä vastaamaan etupäässä kotimaisella tuotannolla niin, että riippuvuus tuontipanoksista, kuten tuontilannoitteista, vähenee. Olennaista ilmastotehokkuudessa on löytää ja hyödyntää synergioita ilmastomuutoksen hillinnän, siihen sopeutumisen, tuottavuuden kasvun ja huoltovarmuuden välillä siten, että hyvän ravitsemuksen tarpeisiin voidaan vastata kannattavasti, ilmasto- ja kriisinkestävästi sekä aiempaa vähemmän kasvihuonekaasupäästöin kotimaisella tuotannolla.

Tämän raportin tavoitteena on hahmotella ja täsmentää, missä asiakokonaisuuksissa ja keinoissa tulee erityisesti edistyä ja miten, jotta maatalous voi perustehtäviensä ohella vastata vahvasti ilmastotavoitteisiin, erityisesti ilmastomuutoksen hillinnän ja siihen sopeutumisen osalta. Seuraavissa luvuissa keskitymme tutkimusten perusteella potentiaalisesti vaikuttavimpiin: ruokavaliomuutokset, soluviljely, turvemaiden päästöjen vähentäminen, kivennäismaiden hiilensidonta, ruokateollisuuden vastuullisuusohjelmat, tuottavuuden kehitys ja maatalouspolitiikka. Se, miten näiden kokonaisuuksien muutokset vaikuttavat maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen kokonaiskehitykseen ulkomaankauppa ja markkinat huomioiden tehdään konkreettiseksi ja läpinäkyväksi mallinnuksen avulla. Tuloksina saadaan visioita ja toimenpidepaketteja isojen muutosten edistämiseksi maataloudessa ja koko ruoantuotannossa perustehtävät huomioiden. Toivomme, että tulokset jäsentävät ja yhdistävät olemassa olevaa tietopohjaa ja tuovat esille tutkimukseen perustuen visioita ja vaihtoehtoja maa- ja elintarviketalouden kehitykselle niin, että ilmastotoimissa edistytään vahvasti.

2. RUOKAJÄRJESTELMÄN JA MAATALOUDEN PÄÄSTÖT

Heikki Lehtonen, Marianne Leino, Tuomas Mattila & Jyri Seppälä

Suomalainen ruuantuotantojärjestelmä on paljon laajempi kokonaisuus kuin vain maataloussektori sellaisenaan (kuva 2.1). Merkittävä osa päästöistä muodostuu maankäyttösektorilla, turvemaiden multavuuden hajotessa. Tämän lisäksi maatalous aiheuttaa päästöjä koti- ja ulkomailla tuotantopanosten valmistusketjuissa. Useimmat maataloustuotteet vaativat elintarviketeollisuuden prosessointia ennen kuin niitä käytetään ravinnoksi. Elintarviketeollisuus aiheuttaa jalostuksessa päästöjä suoraan, tuotantopanosten valmistuksessa sekä tuontiraaka-aineiden kautta. Tämän lisäksi Suomeen tuodut elintarvikkeet tuovat mukanaan elinkaarisia päästöjä. Suomalainen ruokajärjestelmä tuottaa myös elintarvikkeita vientiin. Ilmastotehokkaassa maataloudessa päästöjä vähennetään tuomalla nämä järjestelmän osat yhteen kokonaispäästöjen vähentämiseksi.

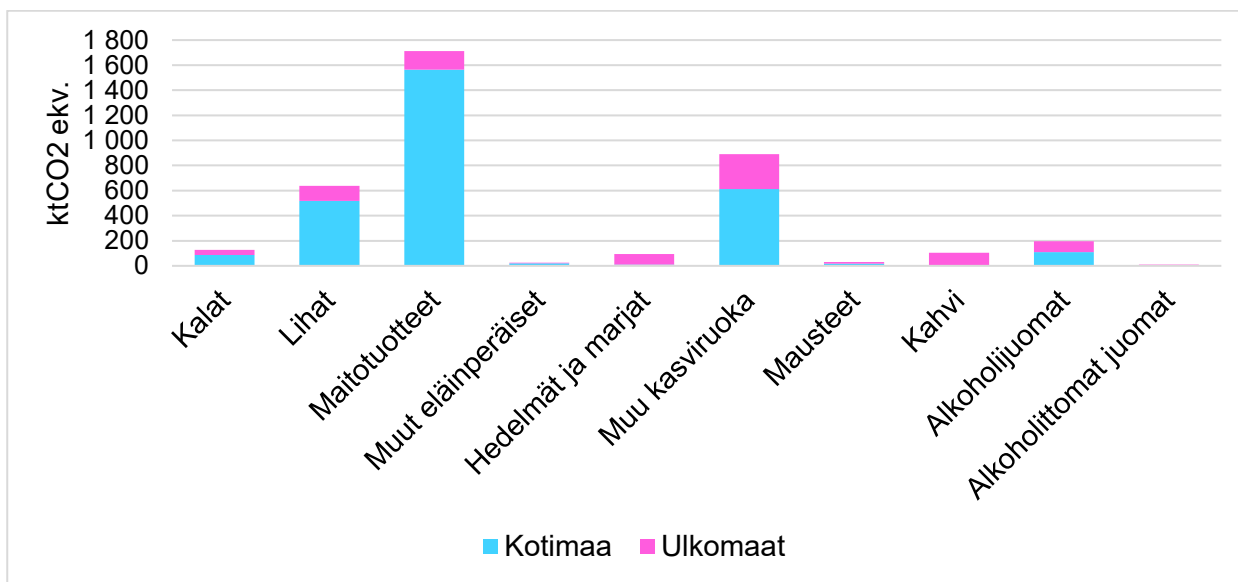


Kuva 2.1. Suomen ruokajärjestelmän päästöt vuonna 2015 ENVIMAT-food 2.0 panos-tuotos -mallilla arvioituna ja jaettuna kotimaan loppukäytölle ja viennille (Salminen ym. 2026)¹. Ruokajärjestelmän kokonaispäästöt ovat huomattavasti suuremmat kuin vain maataloussektorin alle kasvihuonekaasuinventaariossa raportoidut ja kattavat tuontituotteiden myötä myös muiden maiden inventaarioissa raportoitavia päästöjä.¹

¹ Ilmastopaneeli kiittää Jani Salmista ja Hannu Savolaista kuvasta.

Ilmastopolitiikan pohjana olevassa kasvihuonekaasuinventaariossa lasketut Suomen maatalouden päästöt ovat suuri osa koko maa- ja elintarvikesektorin kasvihuonekaasupäästöistä. Ne eivät kata maahan tuotujen tuotantopanosten, välituotteiden, ja raaka-aineiden kasvihuonekaasupäästöjä.

Suomessa kulutettujen elintarvikkeiden kasvihuonekaasupäästöistä merkittävä osa syntyy tuotannossa ulkomailla. Vastaavasti Suomen maataloudessa syntyy kasvihuonekaasupäästöjä myös niiden tuotteiden tuottamisesta, jotka viedään ulkomaille. Hylätyistä pelloista syntyvät kasvihuonekaasupäästöt lasketaan myös maatalouden päästöjen kokonaisuuteen. Esimerkiksi ojitetuista turvepelloista syntyy kasvihuonekaasupäästöjä, vaikka niillä ei ruokaa ja rehua tuotettaisikaan, tosin vähän vähemmän kuin tuotantokäytöstä olevilta ojitetuilta turvepelloilta. Sen sijaan metsittyvien peltojen hiilensidontaa ei vähennetä maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä kasvihuonekaasuinventaariossa. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen laskentaa on kuvattu tarkemmin mutta yleistajuisesti mm. julkaisuissa Ahvenjärvi ym. (2022), ja tarkemmin laajassa julkaisussa Suomen kasvihuonekaasuinventaariosta (Tilastokeskus 2025).



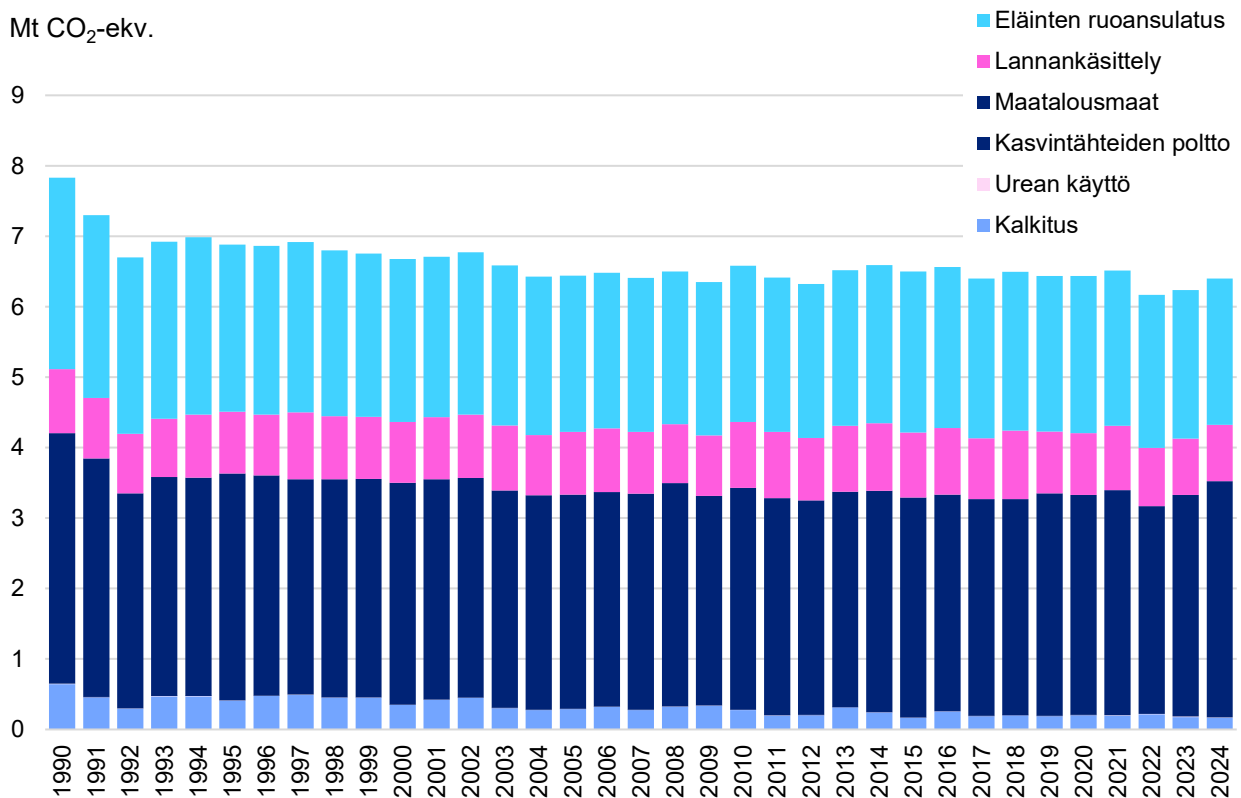
Kuva 2.2. Suomen elintarvikkeiden hiilijalanjäljen muodostuminen ilman ruokapalveluita kotimaassa ja ulkomailla eri elintarvikkeiden pääluokkien kesken vuonna 2015 (Salminen ym. 2026)².

Kuvassa 2.2 on esitetty Suomen elintarvikkeiden hiilijalanjälki ilman ruokapalveluita vuonna 2015 eriteltynä eri päätuoteryhmille. Maitotuotteet aiheuttavat yksin Suomen elintarvikkeiden hiilijalanjäljestä yli 45 %. Tästä määrästä (1,7 Mt CO₂ ekv.) noin 91 % aiheutui päästöistä Suomessa. Kasvituotteiden osuus viennin hiilijalanjäljestä on hieman suurempi kuin lihatuotteiden. Kaiken kaikkiaan Suomen elintarvikkeiden viennin aiheutti vuonna 2015 Suomessa päästöjä noin 3,8 Mt CO₂ ekv. Todettakoon, että ruokapalvelujen vienti aiheutti tuolloin päästöjä kaiken kaikkiaan 0,4 Mt CO₂ ekv., josta kotimaassa syntyi noin puolet (Salminen ym. 2026).

² Ilmastopaneeli kiittää Jani Salmista ja Hannu Savolaista kuvasta.

2.1 SUOMEN MAATALOUDEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA NIIDEN KEHITYS

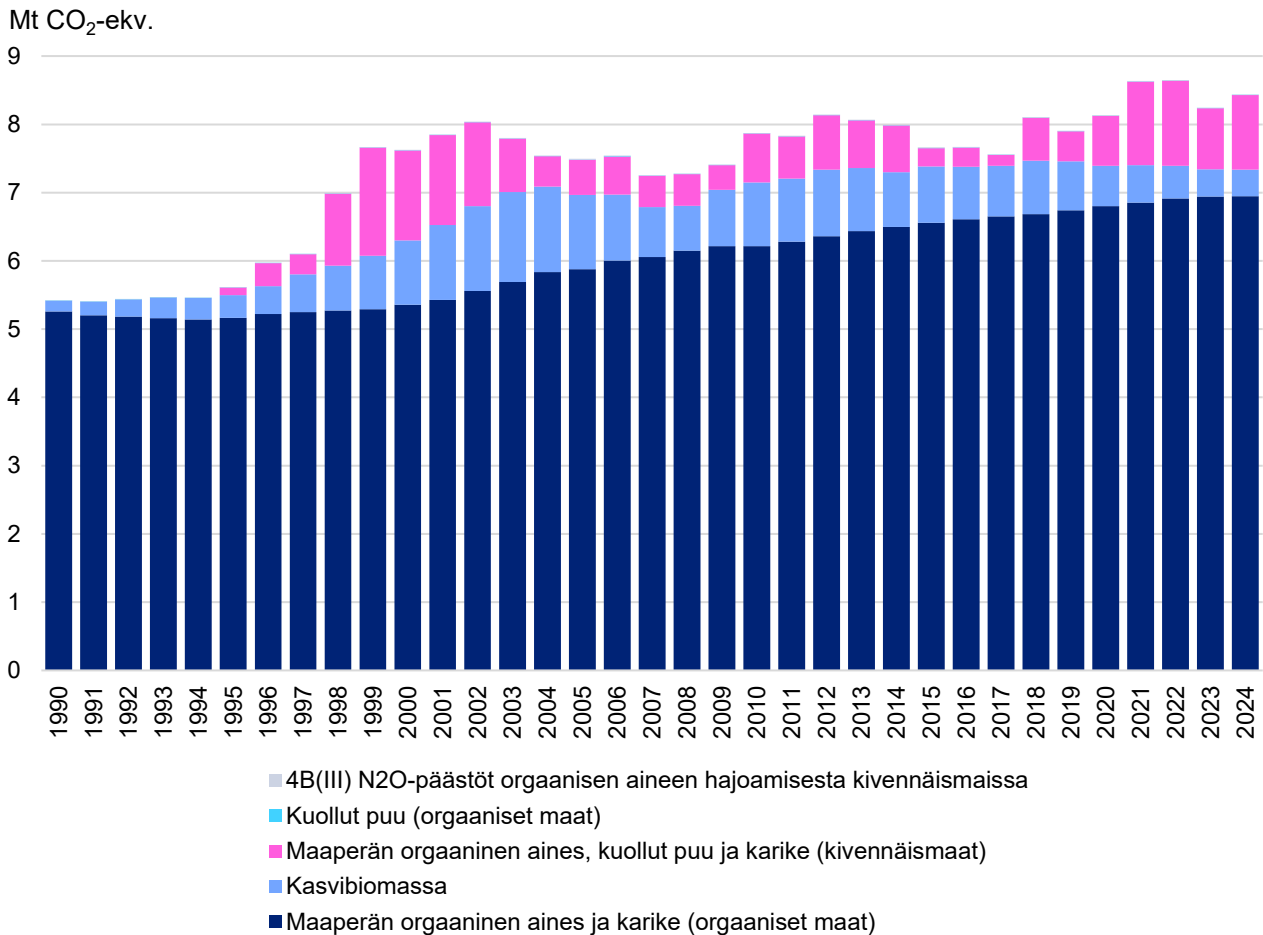
Kasvihuonekaasuinventaariojaottelussa metaani ja dityppioksidi eli typpioksiduuli kuuluvat maataloussektoriin (Luonnonvarakeskus 2025) ja EU-politiikassa ne raportoidaan taakanjakosektorin alla. Maataloussektorilla päästöjä raportoidaan vuosittain viidestä pääluokasta eli tuotantoeläinten ruoansulatuksesta (CH₄), lannankäsittelystä (CH₄, N₂O), maatalousmaista (N₂O), kalkituksesta ja urean käytöstä (CO₂) sekä kasvintähteiden poltosta (CH₄, N₂O). Nämä päästöt ovat olleet viime vuosina yhteensä runsaat 6 MtCO₂ ekv. vuodessa. Peltojen CO₂-päästöt raportoidaan maankäyttösektorilla eli LULUCF-sektorilla (Luonnonvarakeskus 2025). Nämä päästöt ovat puolestaan olleet viime vuosina noin 9 Mt CO₂ ekv. vuodessa, josta kivennäismaalajin pelloilta noin 1 MtCO₂ ekv. ja turvemaalajia olevilta pelloilta vajaa 8 MtCO₂ ekv. sisältäen myös n. 0,7 MtCO₂ ekv. hylättyjen peltojen päästöjä. Maatalouden energiankäytön päästöt ovat em. nähden vähäiset, noin 0,9 MtCO₂ ekv. vuodessa. Vaikka maatalouden päästöille ei ole olemassa sitovaa EU-tason päästövähennystavoitetta, maatalouden päästökemityksellä on merkitystä sille, miten taakanjakosektorin ja maankäyttösektorin päästövähennystavoitteisiin päästään.



Kuva 2.3. Taakanjakosektoriin kuuluvat maatalouden kasvihuonekaasupäästöt. Lähde: Luonnonvarakeskus (2025).

Suomen maatalouden kasvihuonekaasuinventaarion mukaiset kasvihuonekaasupäästöt, yhteensä noin 16 MtCO₂ ekv., ovat pysyneet lähes muuttumattomina viimeisen 10 vuoden aikana, koska maatalouden taakanjakosektorille raportoitavien päästöt ovat vähentyneet erittäin vähän (kuva 2.3) samalla kun maatalouden maankäyttösektorin päästöt ovat vähän lisääntyneet (kuva 2.4), eikä merkittävää alenemista ole näköpiirissä lähivuosina (Koljonen ym. 2025). Tähän on monia eri syitä.

Maataloussektorin päästöt eli suoraan maataloustuotannosta ml. sen tuotantopanosten (tuotannossa tarvittavien aineiden, materiaalien, koneiden, välineiden ja palvelujen) käytöstä aiheutuvat päästöt ovat pysyneet lähes ennallaan, runsaan 6 MtCO₂ ekv. tasolla. Viime vuosina nämä päästöt ovat vähentyneet alle 5 % lähelle 6 MtCO₂ ekv. tasoa, mikä on johtunut lannoitteiden käytön ja nautaeläinten määrän lievästä vähenemisestä. Nämä päästöt voivat hitaasti vähentyä maatalouden tuottavuuden parantuessa, jolloin samoista tuotantopanoksista saadaan enemmän tuotantoa. Suurin osa, yli 50 % Suomen maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu kuitenkin turvemaalajia olevista viljelysmaista, joiden kokonaisala on ollut hitaassa kasvussa viime vuosiin asti.



Kuva 2.4. Viljelysmaan päästöt ja poistumat (LULUCF-sektori). N₂O-päästöt orgaanisen aineen hajoamisesta kivennäismaissa ja kuollut puu ovat pieniä päästölähteitä, eivätkä siksi näy graafissa. Ne ovat mukana kuvassa, sillä ne kuuluvat LULUCF-sektorin laskentaan. Lähde: Luonnonvarakeskus (2025).

Maatalous muodostaa Suomessa nykyisellään taakanjakosektorin päästöistä noin neljänneksen. Siinä missä muiden päästölähteiden päästöt taakanjakosektorilla ovat laskeneet merkittävästi vuosien 2005–2023 välillä, maatalouden päästöt ovat näihin nähden pysyneet lähes paikallaan (Siikavirta ym. 2025). Tämä hidastaa taakanjakosektorin päästövähennystavoitteiden saavuttamista. Sitä mukaa kun muiden sektoreiden päästöt vähenevät, maatalouden päästöjen suhteellinen osuus tulee kasvamaan, ellei maatalouden päästöjä saada käännettyä laskuun.

Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen seuraavina vuosikymmeninä on hyviä mahdollisuuksia, kuten todetaan maatalouden tuottajajärjestöjen ilmastotiekartassa (Luonnonvarakeskus 2024). Sen mukaan päästöjä voidaan vähentää noin 20 % vuosien 2024–2035 aikana. Tämä noin 2,9 MtCO₂ ekv. päästövähennys jakautuu 57 % maatalouden maankäyttösektorin, 38 % taakanjakosektorin, ja 5 % maatalouden energiasektorin päästöihin, ja on saavutettavissa kotimaista ruoantuotantoa vähentämättä ja ruoan omavaraisuutta heikentämättä, jos kustannusvaikuttaviin toimiin ryhdytään, ne kohdistetaan ja niitä painotetaan oikein, ja niihin saadaan paremmat kannustimet (Luonnonvarakeskus 2024). Tällöin voidaan saavuttaa kustannusvaikuttavia päästövähennyksiä erityisesti turvemaidella (Purola & Lehtonen 2022), mutta myös kivennäismaalajin peltojen hiilensidonnassa, eläinten ruoansulatuksen ja kasvien lannoituksen päästöjen vähentämisessä voidaan edetä, samoin myös energiankäytön päästövähennyksissä, jopa erittäin merkittävästi vuoteen 2050 (Koljonen ym. 2025b).

Tarvittavien kannustimien aikaansaaminen on suuri haaste ja mahdollisuus, kuten todettiin maatalouden tuottajajärjestöjen maatalouden ilmastotiekartassa vuonna 2020 (Luonnonvarakeskus 2020) ja sen päivityksessä vuonna 2024 (Luonnonvarakeskus 2024). Maataloudessa ja etenkin sen tukipolitiikassa on kuitenkin vaikeaa tehdä tukien uudelleenkohdennuksia, koska ensinnäkin maatalouspolitiikan päälinjoista päätetään EU-tasolla kompromissipäätöksin. Lisäksi kansallisella tasolla voidaan päättää monista yksityiskohdista, mutta varojen siirtäminen kohteesta toiseen ja samalla osin myös maatilojen välillä ovat usein vaikeita poliittisia päätöksiä. Tietyiltä päästövähennystoimilta puuttuu lisäksi resursseja ja osaamista, kuten pohjavedenpinnan nosto turvemaidella ja sen asiantunteva suunnittelu, sopivien kohteiden löytäminen ja niistä sopiminen. Aiemmin on todettu, että maatalouden ilmastotoimiin tarvittaisiin 120–150 milj. € lisää vuodessa, jotta päästäisiin merkittäviin yli 20 prosentin päästövähennyksiin jo vuoteen 2035 mennessä (Luonnonvarakeskus 2020). Tällaista resurssia ei ole helppo löytää, ja lisäksi sen tehokas ja vaikuttava käyttö edellyttää asiantuntemuksen ja osaamisen kehittämistä.

Toteutuneet päätökset EU-tasolla tai Suomessa eivät ole merkittävästi lisänneet tukea ja muita resursseja maatalouden päästöjen vähentämiseen, joka on tavoitteena EU:n maatalouspolitiikassa varsin uusi tulokas aiempien 9 laaja-alaisen tavoitteen lisäksi. EU:n yhteinen maatalouspolitiikka (Common Agricultural Policy, CAP) tukee ilmastotavoitteita, mutta päästövähennykset ovat jääneet hyvin vähäisiksi. Merkittäviä politiikkauudistuksia tarvitaan, jotta myös maatalouden päästöjen väheneminen voi edesauttaa taakanjakosektorin päästövähennystavoitteiden saavuttamisessa (Suomen tavoite -50 % vuosina 2005–2030) vuoteen 2030 mennessä (Helin ym. 2025). Vaikuttavampia toimia, kuten vettämistä ja metsittämistä, tarvitaan. Lisäksi tukien tulosperusteinen kohdentaminen voisi tehostaa politiikkaa. Arvioinnin kehittämiseksi suositellaan parempaa tietopohjaa ja tilastojen synkronointia.

Näyttää selvältä, että ainakaan nykyisen EU-ohjelmakauden aikana vuoteen 2027 mennessä tai edes 2030 mennessä ei päästä ripeään vähenemiseen maatalouden kasvihuonekaasupäästöissä. Maatalouden muutokset ovat usein hitaita. Maatalouden täytyy ensisijaisesti keskittyä perustehtäväänsä eli ruoantuotantoon samalla kun kannattavuushaasteet ovat jo pitkään jatkuneet. Maatalouden täytyy kehittää tuottavuutta ja sopeutua ilmastonmuutokseen, mikä voi myös tukea ilmastopäästöjen vähentämistä. Myös vesiensuojelun ja luonnon monimuotoisuuden turvaaminen voi osin tukea ilmastotavoitteita, eivätkä nämä tavoitteet ole välttämättä keskenään ristiriidassa (Hyvönen ym. 2020).

Edellä mainittujen julkisen tuen varassa olevien politiikkaohjelmien lisäksi maataloutta ohjataan myös ruokateollisuuden vastuullisuusohjelmilla, joissa ilmastonmuutokseen sopeutuminen ja sen hillintä eli päästöjen vähentäminen eri maataloille sopivia keinoja ja niiden yhdistelmiä soveltamalla ovat keskeisiä

tavoitteita. Myös teknologian kehittyminen ja sen käyttöönotto maataloilla tuo mahdollisuuksia, kun sopeudutaan ilmastomuutokseen ja hillitään sitä. Julkisten ja yksityisten ohjelmien yhteistoiminnalla voidaan päästä merkittäviin tuloksiin.

Maa- ja elintarviketalouden ilmastovaikutuksiin vaikuttaa myös kuluttajien ruokavalioiden muuttuminen. Niissä on tapahtunut muutoksia viime vuosikymmeninä, osin päästövähennysmahdollisuuksia tukien. Hyvä ravitsemus ja keskeisiin ravitsemustarpeisiin vastaavan ruoantuotannon kehittäminen ovat tärkeitä osia kestävässä ruokajärjestelmässä (MMM, ruokastrategia). Vaikka ruokavalioiden mahdollinen ja osin meneillään oleva muuttuminen kasvispainotteiseen suuntaan tuokin mahdollisuuksia maatalouden päästövähennyksille, kotimainen tuotanto ei välttämättä muutu samassa suhteessa kuin ruokavaliot Suomessa, vaan vientimahdollisuudet vaikuttavat myös maatalouden kehitykseen ja päästöihin seuraavina vuosikymmeninä (Lehtonen ym. 2025).

On ilmeistä, että parhaimmistaan tutkimukset, ohjelmat ja tiekartat eivät yksinään riitä merkittävästi ja vaikuttavasti edistämään maatalouden päästöjen vähentämistä lähivuosina ja lähivuosikymmeninä. Tarvitaan kokonaisvaltaista ja keskeisiin avaintemoihin kohdistuvia visioita ja tutkimusnäyttöön perustuvia näkemyksiä vaikuttavien ilmastotoimien lisäämiseksi toimintaympäristössä, jossa maatalouden on vastattava markkinoiden kysyntään, vahvistettava kriisinkestävyyttä ja tuottavuutta sekä kannattavuutta. Tätä kautta voidaan saavuttaa laajasti jaettu näkemys tarvittavista toimista ja niiden kannustimista siten, että näissä tavoitteissa ja myös ilmastomuutoksen hillinnässä, siihen sopeutumisessa voidaan onnistua. Toimien ja kannusteiden resursointi on iso haaste, ja siinä tarvitaan julkisen ja yksityisen sektorin yhteispeliä.

2.2 RUOKAJÄRJESTELMÄN JA MAATALOUDEN PÄÄSTÖT EU:N ILMASTOPOLITIIKASSA

EU:n ilmastopolitiikassa maatalouden päästöjä käsitellään osana sekä maankäyttösektorin eli LULUCF-että taakanjakoasetusta: LULUCF:ssä seurataan peltomaiden maaperän hiilidioksidi- ja metaanipäästöjä, ja taakanjakosektorilla seurataan maataloilla (rakennukset, työkoneet) käytettyjen fossiilisten polttoaineiden päästöjä sekä kotieläinten metaanipäästöjä ja peltojen typpioksiduulipäästöjä. Sekä taakanjako- että LULUCF-asetuksissa jäsenmaille on osoitettu EU-sääntelyssä maakohtaiset tavoitteet, mutta jäsenmaat päättävät siitä, miten päästövähennykset sektoreilla kohdistetaan. EU-tasolla tavoitteena on vähentää taakanjakosektorin päästöjä 40 %, Suomessa ja Ruotsissa 50 % (Euroopan komissio 2023) vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Suomen LULUCF-sektorin vuoden 2030 tavoite määräytyy siten, että vuosien 2016–2018 maankäyttösektorin kasvihuonekaasuinventaarion tulosten keskiarvoa tulee kasvattaa 2,9 MtCO₂ ekv. suuruisella nielulla (Valtioneuvosto 2023). LULUCF-sektorilla viljelysmaiden päästöjä voidaan vähentää eri keinoilla esimerkiksi muuttamalla viljelykäytäntöjä ja vettämällä turvepeltoja, jotka vähentävät viljelysmaiden maaperän hiilen hajotusta (Maa- ja metsätalousministeriö 2022).

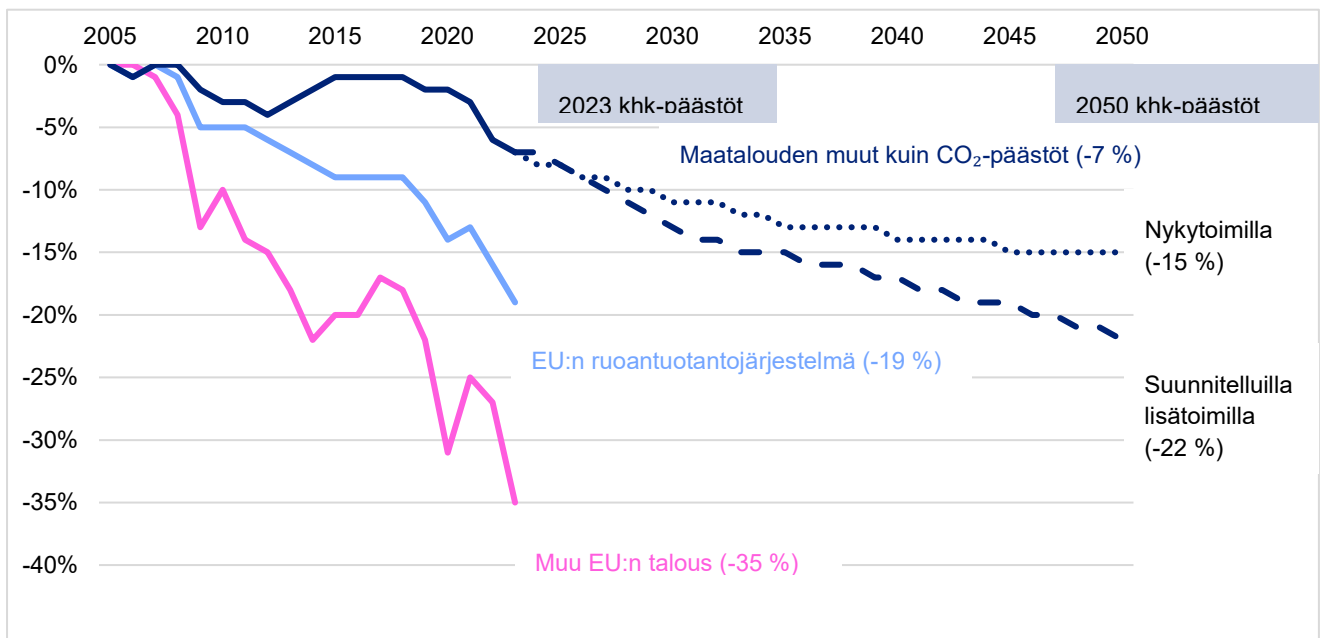
Niin Suomessa kuin EU-tasolla ruokajärjestelmän päästövähennykset ovat jäljessä muiden sektoreiden päästöjen kehitystä. EU:n ilmastopaneelin (ESABCC, European Scientific Advisory Board on Climate Change) (2026) mukaan EU:n ruoantuotantojärjestelmän päästöt ovat vähentyneet vuodesta 2005 19 % kun muun EU:n talouden päästövähennys on ollut 35 %. Erityisen vaatimatonta kehitys on ollut muiden kuin CO₂-päästöjen osalta, jotka ovat vähentyneet vain 7 %. (kuva 2.5).

EU:n ilmastopaneeli arvioi raportissaan (ESABCC 2026), että EU:n hajanainen nykypolitiikka on riittämätöntä ajamaan sellaista systeemistä muutosta, jota vaadittaisiin tarvittavan ilmastomuutoksen hillinnän ja sopeutumisen edistämiseksi EU:n ruokajärjestelmässä. Näillä politiikoilla ei ole onnistuttu kääntämään EU:n maatalouden päästöjä laskuun ja hiilensidontaa nousuun riittävässä määrin

tavoitteisiin nähden. EU:n yhteisen maatalouspolitiikan kontribuutio maatalouden päästöjen vähentämiseen ei myöskään ole ollut tuloksekasta. Sen sijaan osa sen alla jaettavista tuista on todettu olevan suoraan ilmastolle haitallisia, mikä johtuu osin ristiriitaisista tavoitteista tai siitä, että niiden saavuttamiseksi saatavilla olevat keinot aiheuttavat päästöjä. Edellä mainittujen politiikkojen lisäksi EU:ssa on myös joukko muuta sääntelyä, jolla voisi hyvin toteutettuna/jatkokehitettynä olla vaikutusta ruokajärjestelmän päästöjen kehitykseen (esim. Ennallistamisasetus, CRCF).

Systemisen muutoksen aikaansaamiseksi ja EU:n ruokajärjestelmän ilmastomuutoksen hillinnän ja sopeutumisen edistämiseksi ESABCC suosittelee päättäjille seuraavaa:

1. luovutaan asteittain ilmastolle haitallisista tuista,
2. otetaan käyttöön päästöjen hinnoittelu myös maataloudessa,
3. tarjotaan kohdennettua tukea muutokseen,
4. autetaan viljelijöitä väistämättömien ilmastomuutoksen vaikutusten kohtaamisessa,
5. kannustetaan terveelliseen, ilmastoystävälliseen ruokavalioon ja vähennetään ruokahävikkiä,
6. varmistetaan siirtymälle riittävä julkinen rahoitus.



Kuva 2.5 Kasvihuonekaasujen kehitys EU:ssa verrattuna 2005 vuoden tasoon. Lähde: ESABCC 2026.

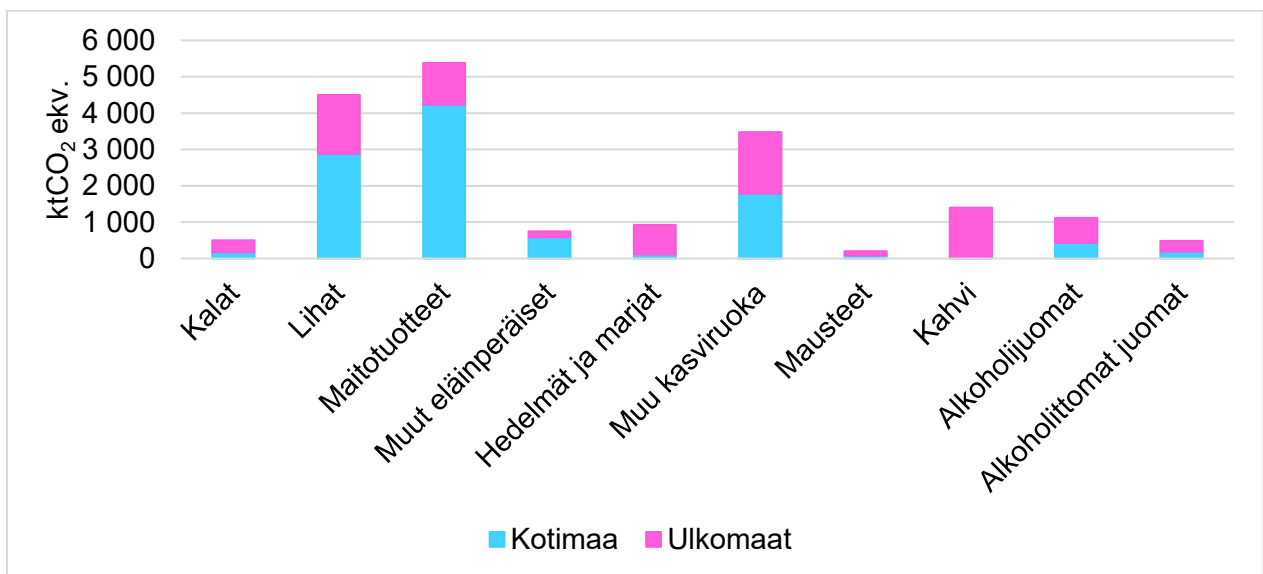
3. RUOKAVALIOIDEN MUUTOSSUUNNAT JA MAHDOLLISUUDET

Niina Kaartinen, Marita Kettunen, Mirkka Maukonen, Satu Männistö, Merja Saarinen, Peppi Haario & Jyri Seppälä

3.1 RUOKAVALIOT OVAT OSA ILMASTOTEHOKASTA MAATALOUTTA

Terveyttä edistävä ravitsemus on keskeinen osa paitsi terveyst politiikkaa myös koko ruokajärjestelmän kestävyys siirtymää (Sarlo 2019, Maa- ja metsätalousministeriö 2025). Ruoankulutus vaikuttaa siihen, mitä Suomessa tuotetaan, millaista kotieläintuotantoa harjoitetaan sekä millaisia ilmasto- ja ympäristövaikutuksia ruoantuotannosta aiheutuu. Vaikka tuotantoa ohjaavat myös vientimarkkinat ja maataloustuet, kulutuksen muutokset voivat synnyttää mahdollisuuksia maatalouden hallitulle rakenteelliselle uudistumiselle (Maa- ja metsätalousministeriö 2025).

Suomalaisten ruoankulutuksen ilmastovaikutukset ovat merkittäviä (Valtioneuvoston kanslia 2023). Vuonna 2015 Suomessa kulutetun ruoan ja juomien arvioitiin aiheuttaneen noin 18,7 Mt CO₂ ekv. päästöt. Suurimmat päästölähteet olivat maito- (29 %) ja lihatuotteet (24 %) sekä kasviruoat (pl. hedelmät ja marjat, 19 %). Kuvan 3.1 luvuissa ei ole mukana ruokapalveluiden aiheuttamaa päästöä, jonka määräksi arvioitiin noin 3,8 Mt CO₂ ekv (kotimaassa 3,3 Mt, ks. luku 2).



Kuva 3.1. Suomessa kulutetun ruoan ja juomien hiilijalanjäljet vuonna 2015 ja niiden kohdistuminen kotimaahan ja ulkomaille eri ruokien ja juomien pääluokkien mukaan (Salminen ym. 2026).³

³ Ilmastopaneeli kiittää Jani Salmista ja Hannu Savolaista kuvasta.

Ruokatuonnin kautta suomalainen kulutus aiheuttaa ympäristövaikutuksia myös Suomen rajojen ulkopuolella. Suomessa kulutetun ruoan päästöistä (ilman ruokapalvelujen päästöjä) 10,4 Mt CO₂ ekv eli noin 56 % syntyi Suomessa. (kuva 3.1). Kun kotimaan kulutuksesta vähennetään muut juomat kuin maitotuotteet, niin kotimaan kulutuksen aiheuttama päästömäärä oli Suomessa ja ulkomailla yhteensä 15,7 Mt CO₂ ekv. Tästä kotimaassa syntyi päästöjä 9,7 Mt, josta 78 % oli Suomessa tuotettujen lihan ja maitotuotteiden aiheuttamaa (kuva 3.1.). Kotimaan kulutuksen päästöistä Suomessa lihatuotteet aiheuttivat 29 % ja maitotuotteet 43 %.

Ruokavaliomuutoksilla voidaan samanaikaisesti vähentää ruokakulutuksen ilmastovaikutuksia, tukea kansanterveyttä sekä vahvistaa ruokajärjestelmän kestävyttä ja huoltovarmuutta. Keskeistä on löytää ratkaisuja, jotka yhdistävät ilmastonmuutoksen hillinnän, siihen sopeutumisen, luonnon monimuotoisuuden turvaamisen sekä ravitsemuksellisesti riittävän ruoantuotannon.

Tässä luvussa taustoitetaan ruokavaliomuutosten tarvetta Suomessa (luku 3.1), kuvataan havaittuja muutossuuntia (luku 3.2) ja mallinnetaan ravitsemussuosituksen mukaisten muutosten heijastumista tulevaisuuden ruokavalioiden vuosina 2035 ja 2050 (luku 3.3). Esitämme nykytilanteen sekä neljä skenaariota ruokavalioiden kehityksestä vuosille 2035 ja 2050 ja Arvioimme ruokavaliomuutosten ravitsemuksellista riittävyyttä ja muutosvauhdin realistisuutta. Ruokavalioiden muutosskenaarioita hyödynnetään maatalouden kehitysurien määrittelyissä (luku 7). Lisäksi tarkastelemme ruokavaliomuutosten esteitä ja ajureita pohjoismaisen kulutustutkimuksen pohjalta (luku 3.4).

3.1.1 Ravitsemussuositukset tukevat ilmasto- ja ympäristötavoitteita

Vuonna 2024 julkaistut kansalliset ravitsemussuositukset perustuvat Pohjoismaisen ministerineuvoston tutkimusnäyttöön perustuviin suosituksiin (Blomhoff ym. 2023; Valtion ravitsemusneuvottelukunta ja THL 2024). Suosituksissa korostetaan terveystaikutusten lisäksi ruoantuotannon ja -kulutuksen ympäristövaikutuksia. Suositukset painottavat kasvipohjaisen ruoan lisäämistä, punaisen ja prosessoidun lihan vähentämistä, maitotuotteiden käytön kohtuullistamista sekä ruokahävikin vähentämistä. Ne tukevat kehitystä kohti kasvipainotteisempia ja resurssitehokkaampia ruokavaliota.

Kansainvälisesti vastaavaa näkökulmaa on edistänyt EAT-Lancet-komission planetaarinen ruokavaliota, jonka tavoitteena on yhdistää ihmisten terveys ja ympäristön kantokyky (Willett ym. 2019, Rockström ym. 2025). Komissio suosittelee nopeaa ja kokonaisvaltaista ruokajärjestelmien muutosta, joka huomioi myös paikalliset olosuhteet ja ruokakulttuurit. Suosituksen taustalla ovat väestönkasvu ja kulutustottumukset, jotka lisäävät painetta kestävämmälle ruoantuotannolle. Päätäjien on tärkeää ennakoita kehitystä ja suunnitella ratkaisuja, jotka tukevat sekä ihmisten terveyttä että maapallon hyvinvointia. Vaikka suomalaiset ravitsemussuositukset eivät ole suora kopio planetaarisesta ruokavaliosta, niiden taustalla on samansuuntainen ajatus ruokavaliosta, jotka kuormittavat ympäristöä nykyistä vähemmän. Ruokavaliointoihin vaikuttavat biologisten tarpeiden lisäksi sosiaaliset, kulttuuriset ja taloudelliset tekijät sekä elinympäristö ja yhteiskunnalliset rakenteet (Health Council of the Netherlands 2023). Tämän vuoksi ruokavaliomuutosten edistäminen edellyttää yhteiskunnallisia ohjauskeinoja ja ruokajärjestelmien laajempaa muutosta.

Ravitsemussuosituksen ja kestävä ruokajärjestelmän yhteensovittaminen on Suomessa ja kansainvälisesti edelleen kesken. Ravitsemuksen ja ympäristövaikutusten välisiä yhteyksiä on kuitenkin tutkittu yhä laajemmin (Kytä ym. 2023; Saarinen ym. 2023; Saarinen ym. 2025; Paalanen ym. 2026), ja planetaarinen ruokavaliota on noussut osaksi kansainvälistä keskustelua (Blomhoff ym. 2023, Health Council of the Netherlands 2023, Rockström ym. 2025). Kansallisten suositusten mukaiset ruokavaliot muodostavat kuitenkin ensisijaisen ja riittävän hyvän tavoitteen ruokavalioiden kestävyden parantamiselle.

3.1.2 Suomalaisien ravitsemus tänään – lähtökohta

Suomalaisten aikuisten ravitsemusta on seurattu Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen FinRavinto-tutkimuksissa neljän vuosikymmenen ajan (Valsta ym. 2018). Seuranta tuottaa tietoa ruokaryhmien kulutuksesta, ravintoaineiden saannista ja ruokailutottumusten eroista väestöryhmittäin. Tulokset muodostavat pohjan suomalaisen ruokavalion kehityksen arvioinnille ja ravitsemuspolitiikan suunnittelulle. Seurannassa hyödynnetään myös Luonnonvarakeskuksen Ravintotasetta, joka kuvaa elintarvikkeiden kulutukseen tarjolla olevaa ruokamäärää henkeä kohden vuodessa (Luonnonvarakeskus 2015). Ravintotaseessa kulutus lasketaan huomioimalla oman maan kokonaistuotanto, varastomuutokset, tuonti, vienti ja kotimainen käyttö.

Suomalaisten ruokavalioissa on useita haasteita. Tällä hetkellä vain 15–20 % aikuisista saavuttaa kasvien, marjojen ja hedelmien käyttösuosituksen, vähintään 500–800 grammaa päivässä (Valsta ym. 2018, Valtion ravitsemusneuvottelukunta ja Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2024). Myös täysjyväviljavalmisteita kulutetaan suositeltua vähemmän. Sen sijaan punaisen ja prosessoidun lihan kulutus on liian suurta, miehistä yli 90 % ja naisista 60 % ylittää suosituksen (enintään 350 g kypsää lihaa viikossa, mikä vastaa noin 500 g kypsäntämätöntä lihaa). Siipikarjanlihan kulutusta ei tule kasvattaa nykyisestä määrästä vaan sitä olisi ympäristövaikutusten vuoksi syytä vähentää. Vaikka maitotuotteet ovat tärkeitä ravintoaineiden lähteitä, niiden kulutus on monilla terveyden ja ympäristön kannalta tarpeettoman suurta. Kestävyyden näkökulmasta kulutuksen maltillistuminen ja kasvipohjaisten vaihtoehtojen lisääminen on suositeltavaa.

Lisäksi ruokavalioissa on liian paljon suolaa ja tyydyttyynyttä rasvaa sekä liian vähän kuitua (Valsta ym. 2018). Ravitsemussuositusten mukaiset ruokavaliot edellyttävät kasvipainotteisuuden lisäämistä, erityisesti täysjyväviljan, kasvien, marjojen, hedelmien ja palkokasvien sekä tyydyttymättömien rasvojen, kuten kasviöljyjen, pähkinöiden, siementen ja kestävästi pyydettyjen tai kasvatettujen kalalajien kulutuksen lisäämistä (Valtion ravitsemusneuvottelukunta ja Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2024). Samalla on huomioitava väestöryhmä- ja alueelliset erot, jotka vaikuttavat ravitsemuksen riittävyyteen ja terveyttä edistäviin valintoihin (Irz ym. 2024a; Sares-Jäske ym. 2025).

Proteiinin saanti painottuu eläinperäisiin lähteisiin, joista saadaan noin 70 % proteiinista ja loput noin 30 % kasvipärisistä lähteistä (Valsta ym. 2018, Sirén 2020). Vastaavaan tilanteeseen on havahduttu myös muualla Euroopassa. Esimerkiksi Alankomaiden hallitus on päättänyt ravitsemussuositusten toimeenpanemiseksi tavoitella tasapainoisempaa jakaumaa, jossa proteiinista 50 % olisi eläinperäistä ja 50 % kasvipäristä vuoteen 2030 mennessä (Health Council of the Netherlands 2023, Health Council of the Netherlands 2025).

Vuosina 2022–2023 toteutetun kansallisen Terve Suomi –tutkimuksen mukaan suurin osa suomalaisista aikuisista noudattaa sekaruokavaliota (Simojoki ym. 2026). Noin 9 % heistä noudattaa kasvipainotteisia ruokavaliota, kuten vegaanista, laktovegetaarista, pescovegetaarista tai semivegetaarista ruokavaliota. Kasvipainotteiset ruokavaliot ovat yleisempiä naisilla, nuoremmilla, kaupunkilaisilla ja korkeasti koulutetuilla. Kansanterveys- ja ympäristötavoitteet voidaan kuitenkin saavuttaa myös kasvipainotteisilla sekaruokavaliolla.

Tutkimusten mukaan suomalaiset pitävät ilmastonmuutosta tärkeänä ja osa on valmiita tekemään arjen valintoja sen hillitsemiseksi lisäämällä kasvipohjaisten ruokien osuutta ruokavalioissaan (Sares-Jäske ym. 2023). Reilu viidennes koki kuitenkin epävarmuutta siitä, mikä on ympäristöystävällistä ruokaa. Tämä korostaa tiedon ja ohjauksen merkitystä. Ravitsemuksellisten tavoitteiden saavuttaminen edellyttää, että ruokavalio pysyy monipuolisena ja ravitsemuksellisesti riittävänä koko väestölle siirryttäessä kohti kasvipainotteisempia ruokavaliota. Jo maltilliset, väestötasolla tehtävät

ruokavaliomuutokset voivat tuottaa merkittäviä hyötyjä sekä kansanterveydelle että ympäristölle, jos suuri osa väestöstä sitoutuu niihin (Luonnonvarakeskus 2021).

3.1.3 Suomessa tehdyt ruokavaliomuutosten mallinnustutkimukset

Suomen Akatemian yhteydessä toimivan Strategisen Tutkimuksen Neuvoston rahoittamat tutkimushankkeet, kuten Uusia proteiininlähteitä ruokaturvan ja ympäristön hyväksi ([ScenoProt](#)), Reilu ruokamurros ([JustFood](#)) ja Palkokasveilla kohti kestävästä ruokajärjestelmästä ja terveyttä ([Leg4Life](#)) tutkineet mallinnusten ja interventioiden avulla, miten ruokavaliomuutokset vaikuttavat terveys- ja ympäristötavoitteisiin Suomessa. Myös Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan rahoittama RuokaMinimi-hanke mallinsi ravintoaineiden saantia nykyisessä ja vaihtoehtoisissa ruokavalioiden näiden ruokavalioiden ympäristövaikutuksia ottaen huomioon kuluttajien hävikin ja tarvittavan peltoalan kasvihuonekaasupäästöt.

ScenoProt-hankkeen kliininen interventio aikuisilla osoitti, että kasviproteiinien lisääminen ja eläinkunnan tuotteista kuten lihasta ja maidosta saatavan proteiinin samanaikainen vähentäminen säilyttää keskeisten ravintoaineiden saannin riittävänä ja parantaa ruokavalion laatua lisäämällä kuidun saantia ja parantamalla ruokavalion rasvakoostumusta (Päivärinta ym. 2020). Toisaalta huomattiin myös, että muutokseen voi liittyä terveydellisiä riskejä, kuten luustoterveyden heikkenemisen riski (Itkonen ym. 2021). Tätä riskiä voidaan mahdollisesti vähentää esimerkiksi maidon tapaan käytettävien kasvipohjaisten tuotteiden ravintoainetäydennyksillä, mutta asiasta tarvitaan vielä lisää tutkimustietoa.

Reilu ruokamurros ja Leg4Life-hankkeiden skenaarioissa arvioitiin muun muassa punaisen ja prosessoidun lihan osittaista korvaamista palkokasveilla ja muilla kasvipohjaisilla ruoilla. Väestömallinnuksen tulokset osoittivat, että suositeltu siirtymä punaisesta lihasta kohti palkokasveja ei vaaranna ruokavalioiden ravitsemuksellista riittävyyttä väestötasolla (Kaartinen ym. 2023a). Osittaisen korvautumisen havaittiin johtavan myös ruokavalion kokonaislaadun paranemiseen sekä Suomen aikuisväestöä koskevissa mallinnoissa että kontrolloidussa terveillä miehillä toteutetussa Leg4Life-hankkeen PapuMies-interventiossa (Kaartinen ym. 2023a, Bäck ym. 2025).

Väestömallinnusten mukaan proteiinin sekä välttämättömien aminohappojen saanti pysyy keskimäärin riittävänä, kun punaista ja prosessoitua lihaa korvataan palkokasveilla ja viljalla maidon kulutuksen säilyessä nykytasolla. Joillakin väestöryhmillä, esimerkiksi iäkkäillä, proteiinin saanti voi kuitenkin jäädä keskimääräistä tarvetta pienemmäksi (Simojoki ym. 2023). Osana laajempaa kasvipainotteisuuteen siirtymisen mallinnusta, jossa esimerkiksi sekä lihan että maidon kulutusta vähennettiin kolmanneksella tai kahdella kolmanneksella, havaittiin joidenkin vitamiinien sekä raudan saannin jäävän mahdollisesti puutteellisiksi (Valsta ym. 2025). Havainnot yhdessä korostavat väestön erityisryhmien huomioimista ruokavaliosiirtymässä. Lisäksi siirtymä kohti kasvipainotteisempia ruokavaliota voi lisätä hieman väestön altistumista vierasaineille, kuten raskasmetalleille, alumiinille ja mykotoksiineille, mutta Suomessa yleinen riski on matala (Valsta ym. 2025). Ravitsemuksellisesti riittävien ja turvallisten ruokavaliomuutosten varmistaminen edellyttää tutkimusta, suunnittelua ja säännöllistä seuranta.

Suomalaisilla väestöaineistoilla toteutetut tutkimukset tukevat näkemystä kasvipohjaisten ruokavalioiden samanaikaisista ravitsemus- ja ilmastohyödyistä. Energian kokonaisuun suhteutetun eläinperäisten elintarvikkeiden, kuten lihan ja maidon, kulutuksen on havaittu olevan suurempaa ja kasvisperäisten elintarvikkeiden kulutuksen pienempää suurimmassa ravinnon ilmastovaikutuksen kolmanneksessa verrattuna alimpaan kolmannekseen (Paalanen ym. 2026). Optimointimallinnusten mukaan kasvihuonekaasupäästöjen vähennys kolmanneksella on saavutettavissa maltillisilla ruokavaliomuutoksilla, ja muutostarpeet ovat samanlaisia eri väestöryhmissä (Irz ym. 2024a). Tämän perusteella koko väestöön kohdistuvat politiikkatoimet ovat perusteltuja, joskin haavoittuvassa

asemassa olevat ryhmät vaativat erityishuomion. Lisäksi on arvioitu, että ruokavalioiden ilmastovaikutusten pienentäminen voi samanaikaisesti johtaa ravitsemuksen kohenemiseen ja kohtuullistaa ruokavalioiden hintaa (Irz ym. 2024b). Muutosten onnistuminen edellyttää kuitenkin panostamista makuun, käytännöllisyyteen ja sosiaalisiin normeihin, jotka vaikuttavat ruokavalintojen hyväksyttävyyteen (ks. Luku 3.4). Ruokavaliomuutoksen ympäristöhyötyjen toteutuminen myös ruokajärjestelmän tasolla maatalouden ympäristövaikutusten vähenemisenä edellyttää muun muassa maatalouden pellonkäytön ohjaamista (Lehtonen ym. 2025). Tämä on tärkeää erityisesti ilmastovaikutuksen kohdalla, koska eloperäisten peltojen hiilivaraston hajoamisesta johtuvat hiilidioksidipäästöt ovat yhtä suuret kuin koko maataloussektorin muut ilmastopäästöt yhteensä (NID 2025) ja ne edustavat jopa 20 % ruokavalioiden ilmastovaikutuksesta (Saarinen ym. 2019; Saarinen ym. 2023).

Tutkimukset korostavat myös useiden ympäristön kestävyysindikaattoreiden, kuten ilmastomuutoksen, maankäytön, rehevöitymisen, vesiniukkuuden ja luontokadon samanaikaista huomioimista tutkittaessa ja tuettaessa ruokavaliosiirtymää (Mazac ym. 2024, Valtion ravitsemusneuvottelukunta ja Terveystieteiden tutkimuskeskus 2024). Suomessa onkin tarkasteltu yhtäaikaaisesti ilmastovaikutusta, maankäyttöä ja luontokatovaikutusta (Kyttä ym. 2023).

Suomessa toteutettujen hankkeiden politiikkasuositukset konkretisoivat ruokavaliomuutosten tukemista yhteiskunnallisella tasolla. SecnoProt ja Leg4Life -hankkeet painottavat palkokasvien käytön lisäämistä, kasvipohjaisten vaihtoehtojen valikoiman laajentamista ja ruokailutottumusten helpottamista arjessa (Luonnonvarakeskus 2021, Leg4Life 2025). Just food ja Leg4Life -hankkeet yhdessä suosittelevat, että kansallisia ravitsemussuosituksia hyödynnetään kestävä ruoka- ja ravitsemuspolitiikan perustana, ja että muutosta tuetaan ravitsemusviestinnällä, ruokaympäristön ohjauksella ja systemaattisella seurannalla, jotta terveelliset ja kestävät valinnat tavoittavat koko väestön oikeudenmukaisesti (Kaartinen ym. 2023b). RuokaMinimi –hanke toi esiin, että hallittu muutos ruokavalioiden osalta edellyttää uusia arvoketjuja ja taloudellisia investointeja sekä vaikuttavia taloudellisten ja tiedollisten ohjauskeinojen yhdistelmiä (Valtioneuvoston kanslia 2019).

3.2 HAVAITUT MUUTOSSUUNNAT RUOKAVALIOISSA

Seuraavassa kappaleessa tarkastellaan Suomen väestön ruoankulutuksen muutossuuntia ja niiden suuruusluokkaa eri tietolähteiden perusteella. Pääpaino on viimeisen 30 vuoden (vuodesta 1997 alkaen) kehityksessä, joka toimii pohjana luvun 3.3 ruokavalioiden muutosskenaarioille.

3.2.1 Tietolähteet ruoankulutuksen muutoksista

Tietoa Suomen väestön ruoankulutuksesta viimeisten vuosikymmenten aikana ovat tuottaneet Terveystieteiden tutkimuskeskuksen (THL) vuosina 1997, 2002, 2007, 2012 ja 2017 toteuttamat kansalliset FinRavinto-tutkimukset (Kaartinen ym. 2021) sekä Luonnonvarakeskuksen vuoteen 2025 asti tuottamat Ravintotase-tilastot (Luonnonvarakeskus 2015).

FinRavinto-tutkimukset muodostavat ravitsemusseurannan perustan Suomessa. Niiden avulla on selvitetty laajoissa väestötöissä aikuisväestön toteutunutta ruoankulutusta ja ravintoaineiden saantia ja saantilähteitä, ravintolisien käyttöä, ateriaritmiä sekä ruokapalveluiden käyttöä. Tutkimuksen tuloksia on hyödynnetty laajasti muun muassa kansallisten ravitsemussuosituksien laatimisessa, ravitsemuspoliittisten toimenpiteiden suunnittelussa ja kohdentamisessa sekä kansainvälisissä ravinnonsaannin tutkimuksissa maailmanlaajuisesti (Valsta ym. 2018). Viimeisten vuosikymmenten aikana FinRavinto-tutkimusten tiedonkeruu on toteutettu osana kansallisia väestön terveystarkastustutkimuksia (Borodulin ym. 2018, Koponen ym. 2018). Kunakin tutkimusvuonna FinRavinto-tutkimukseen kuului noin 30 % terveystarkastustutkimukseen poimitusta väestötöksestä.

Vuosien 1997–2012 FINRISKI-tutkimukset kohdentuivat 25–74-vuotiaisiin (vuosina 1997 ja 2002 25–64-vuotiaisiin) ja ne toteutettiin viidellä laajalla tutkimusalueella eri puolilla Suomea. Jokaista FINRISKI-tutkimusta varten poimittiin väestörekisteristä sukupuolen, kymmenvuotiskäryhmän ja alueen mukaan ositettu noin 10 000 henkilön satunnaisotos. FinTerveys-tutkimus kohdentui yli 18-vuotiaisiin ja siinä käytettiin Manner-Suomea edustavaa yksi- ja kaksiasiateista ositettua ryväsotantaa. FinRavinto-tutkimuksissa ruoankäytön tutkimusmenetelmänä käytettiin koulutettujen haastattelijoiden toteuttamia 24-tunnin ruoankäyttöhaastatteluja. Tallennetuista tiedoista laskettiin väestön ruoankulutus ja ravintoaineiden saanti sekä niiden väestöjakaumat hyödyntäen THL:n ylläpitämää laskentaohjelmaa ja jatkuvasti päivittyvää kansallista elintarvikkeiden koostumustietokantaa (Fineli®).

Ravintotase on Luonnonvarakeskuksen vuoteen 2025 asti tuottama Suomea koskeva kokonaislaskelma, jossa ilmoitetaan tärkeimpien elintarvikeryhmien kotimainen tuotanto, varaston muutos, vienti ja tuonti sekä kotimainen käyttö jakautuen edelleen eri käyttötarkoituksiin kuten ruokakäyttöön (Luonnonvarakeskus 2015). Ruokakäytön perusteella tilastoon on koottu elintarvikkeiden keskimääräinen kulutus henkeä kohti vuodessa Yhdistyneiden kansakuntien elintarvike- ja maatalousjärjestön (Food and Agriculture Organization, FAO) jaottelun mukaan. Tase kuvaa ravinnon kulkua tuotannosta kulutukseen asti ja se on yksi keino laskea elintarvikkeiden kulutusta. Toteutuneen ruoankulutuksen sijaan Ravintotase kuvaa kuitenkin enemmän kulutukseen tarjolla ollutta määrää, koska mm. varastotappioiden ja muun hävikin määrää ei ole saatavissa ja ne sisältyvät tällöin kulutusmääriin. Tiettyjen tuotteiden, kuten vihannesten, kulutusluvut ovat tällä tilastointimenetelmällä vain suuntaa antavia. Ravintotaseiden avulla voidaan kuitenkin seurata suuntaa antavasti elintarvikkeiden kulutustrendejä pitkältä ajanjaksolta, koska taseen laskentatapa ja tietolähteet ovat pysyneet lähes samoina vuodesta toiseen.

3.2.2 Havaitut muutokset ruoankulutuksessa

Suomalaisten ruokavalioissa on tapahtunut useita merkittäviä muutoksia viimeisten vuosikymmenten aikana. Sekä FinRavinto-tutkimukset (Kaartinen ym. 2021) sekä Ravintotaseet vuodesta 1997 alkaen (Luonnonvarakeskus 2022) kuvaavat pääasiassa samansuuntaisia kehityskulkuja väestötason ruoankulutuksessa. Seuraavassa on nostettu esiin tärkeimpiä havaintoja keskeisten ruokaryhmien kulutuksen muutoksista ja muutosten suuruusluokasta.

Kasvikset, marjat ja hedelmät. FinRavinto-tutkimusten mukaan kasvisten, marjojen ja hedelmien kulutus kasvoi vuosina 1997–2017 noin 40 %. Ravintotaseessa hedelmien ja vihannesten kulutus kasvoi 20 % vuosien 1997 ja 2017 aikana, mutta laski noin 15 % vuosina 2017–2023. Vuoden 2024 ennakkotilaston perusteella kulutus on jälleen nousussa (lähes 10 % vuodesta 2023).

Palkokasvit, pähkinät ja siemenet. Palkokasvien, pähkinöiden ja siementen kulutus on pitkällä aikavälillä lisääntynyt: FinRavinto-tutkimusten perusteella niiden kulutus on kaksinkolminkertaistunut. Ravintotaseen tiedot palkokasvien kulutuksen muutoksista ovat rajalliset, mutta tilaston perusteella pähkinöiden kulutus kasvoi vuosina 1997–2017 lähes 70 %. Kulutuksen kasvunopeus on sittemmin hidastunut (noin +30 % vuosina 2017–2023).

Viljat. Viljavalmisteen kulutus on vähentynyt: FinRavinto-tutkimuksen mukaan 30–40 % vuosina 1997–2017 (vehnä ja ruis), ja Ravintotase osoitti lähes 20 %:n laskua rukiin, kauran ja ohran yhteismäärässä. Ravintotaseen mukaan lasku tasaantui vuosien 2017–2023 välillä (-5 %), kun vuoden 2024 ennakkotilaston mukaan rukiin, kauran ja ohran kulutus on hieman noussut (+7 % vuodesta 2023). z

Liha. Punaisen ja prosessoidun lihan kulutus väheni FinRavinto-tutkimusten mukaan 5–15 % vuosina 1997–2017. Ravintotaseessa lasku näkyi erityisesti vuosina 2017–2023 (-15 %), kun

aiemmalla kaudella kasvua havaittiin +3 %. Siipikarjanlihan käyttö on Ravintotaseen perusteella kasvanut selvästi: lisäys on ollut yli 1,3-kertainen vuosina 1997–2017 ja edelleen noin 20 % vuosina 2017–2023.

Kala. Kalan ja kalavalmisteiden kulutus on suosituksia pienempää, mutta sekä FinRavinto-tutkimuksissa että Ravintotaseessa havaittiin kulutuksen kasvua vuosina 1997–2017 (FinRavinto-tutkimuksissa 24–48 % ja Ravintotaseessa lähes 10 %). Viime vuosina Ravintotaseen mukaan kulutus on kuitenkin hieman laskenut (–2 %, 2017–2023).

Maitovalmisteet. Ravintotaseen perusteella nestemäisten maitovalmisteiden kulutus on vähentynyt selvästi vuosien 1997 ja 2017 välillä (–22 %) ja lasku on jatkunut vuosina 2017–2023 (–19.5 %). Muutos heijastanee kasvipohjaisten juomien yleistymistä ja maidon kulutuksen vähentymistä tietyissä väestöryhmissä (Hasan 2024). Juuston kulutus on sen sijaan kasvanut pitkällä aikavälillä: Ravintotaseessa lisäystä oli yli 70 % vuosina 1997–2017. Viime vuosina juuston kulutuksen kasvu on kuitenkin lähes pysähtynyt (+1 % vuosina 2017–2023).

Kokonaisuutena yllä esitetyt pitkän aikavälin kehityskulut tuovat esiin kaksi pääsuuntausta: kasvipohjaisen ruoan kulutuksen kasvu ja eläinperäisten tuotteiden kulutuksen vähentyminen (Kaartinen ym. 2021 ja Luonnonvarakeskus 2022). Kasvisten, marjojen ja hedelmien sekä palkokasvien, pähkinöiden ja siementen kulutus on kasvanut. Punaisen ja prosessoidun lihan kulutus on pysynyt kummankin tietolähteen perusteella korkealla tasolla, vaikka kulutuksen kasvu on viime vuosina taittunut. Ravintotaseen mukaan siipikarjan lihan käyttö on lisääntynyt, ja nestemäisten maitovalmisteiden kulutus on vähentynyt. Tietolähteet osoittavat johdonmukaisesti, että ruokavaliomuutoksia on käynnissä. Tieto aiemmin havaituista muutoksista ja niiden suuruusluokasta antaa näkymää ruokavaliioskenaarioille vuoteen 2050 mennessä.

3.3 VAIHTOEHTOISIA RUOKAVALIOMUUTOKSIA VÄESTÖTASOLLA

Muodostimme viisi koko ruokavalion kattavaa ruokavaliioskenaariota (taulukko 3.1.). Lähtökohdaksi laadittiin THL:n FinRavinto 2017-tulosten mukaista keskimääräistä ruokavaliota heijastava nykyruokavalio. Sen rinnalle muodostimme kaksi välivaiheen skenaariota vuodelle 2035 sekä kaksi kansallisten ravitsemussuositusten mukaista skenaariota vuodelle 2050. Välivaiheen ja suositusten mukaisissa skenaarioissa tarkasteltiin kahta vaihtoehtoista lihankulutuksen tasoa, joissa punaisen ja prosessoidun lihan sekä siipikarjan lihan määrät vaihtelivat. Ravitsemussuosituksissa ja tässä mallinnustyössä punaisella lihalla tarkoitetaan naudan, sian ja lampaan lihaa. Siipikarjalla tarkoitetaan broileria ja kalkkunaa. Prosessoituun lihaan luokitellaan mm. ruokamakkarat ja nakit sekä kinkku- ja makkaraleikkeleet. Myös makkaraksi tai leikkeleeksi jalostetun broilerin ja kalkkunan liha luokitellaan prosessoiduksi lihaksi.

Ruokavaliioskenaarioiden laadinnassa pyrittiin realistisuuteen huomioimalla muutosten suuruusluokissa luvussa 3.2 esitetyt havaitut muutokset suomalaisessa ruokavaliossa. Muutoksilla pyrittiin lisäämään ruokavalion kasvipainotteisuutta ja korjaamaan väestön ravitsemuksessa tunnistettuja keskeisiä ravitsemuksellisia haasteita (ks. luku 3.1). Lähtökohtana oli, että kansallisten ravitsemussuositusten toteutumisesta ollaan toistaiseksi kaukana ja että ruoankulutus muuttuu väestötasolla hitaasti.

Taulukko 3.1. Keskeisten kasvi- ja eläinperäisten ruokien määrät FinRavinto 2017 -aineiston pohjalta laaditussa nykyruokavaliota heijastavassa ruokavaliossa, välivaiheen ruokavaliokeskenaarioissa (vuosi 2035) sekä suositusten mukaisissa ruokavaliokeskenaarioissa (vuosi 2050). Ruokavaliot sisältävät myös juomia sekä naposteltavia, jätelöä ja makeisia.

	2017: Nykyistä ruokavaliota heijasteleva	2035: Kohti suosituksia 1 ja 2 ⁴	2050: Suositusten mukainen 1 ja 2		
Kasvipäriset ruokaryhmät					
Kasvikset, g/pv	180	210	250		
Marjat ja hedelmät, g/pv	190	215	250		
Viljat yhteensä, g/pv ⁵	169	176	196		
Ruis	42	51	64		
Kaura	15	24	39		
Ohra	3	10	19		
Vehnä	106	89	73		
Riisi	3	2	1		
Peruna, g/pv	85	125	180		
Pähkinät ja siemenet, g/pv	7	15	30		
Palkokasvit, g/pv	13	30	50		
Kasviuomat, g/pv ⁶	0	66	165		
Kasviöljyt ja -levitteet, g/pv	24	33	45		
Eläinperäiset ruokaryhmät					
Maitovalmisteet yhteensä, g/pv ⁷	485	475	460		
Nestemäiset, vähärasvaiset, g/pv	120	226	385		
Nestemäiset, runsarasvaiset, g/pv	290	190	40		
Juusto, g/pv	45	31	10		
Kerma, g/pv	30	28	25		
Kala, g/vko	250	270	300		
		Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 1⁸	Vaihtoehto 2⁹
Liha yhteensä, g/vko	980	840	730	630	350
Punainen liha, g/vko	400	320	280	203	104
Prosessoitu liha, g/vko	300	240	210	147	71
Siipikarjan liha, g/vko	280	280	240	280	175
Kananmuna, g/pv	30	38	50		
Voi- ja rasvaseokset, g/pv	28	18	5		

⁴ Muutos on noin 40 % nykytilanteen ja suosituksen välisestä erosta

⁵ Lukemat tarkoittavat viljaa viljaraaka-aineena (esim. hiutaleet, jauhot). Viljavalmisteen kokonaismäärä ja täysjyvän päivittäiset laskennalliset saannit ovat seuraavat: 376 g ja 60 g (nykyruokavaliota heijasteleva ruokavaliota), 437 g ja n. 90 g (kohti suosituksia -ruokavaliota), 549 g ja yli 90 g (suositusten mukainen ruokavaliota)

⁶ Sisältää myös maitotuotteiden tapaan käytettävät kasvipohjaiset tuotteet, jotka on täydennetty vitamiineilla ja kivennäisaineilla.

⁷ Maitoekvivalentteina määrät ovat seuraavat: 665 g (nykyruokavaliota heijasteleva ruokavaliota), 599 g (kohti suosituksia -ruokavaliota) ja 500 g (suositusten mukainen ruokavaliota), kun juustolle on käytetty kerrointa 5. Maitoekvivalentti kertoo, kuinka paljon raakamaitoa on tarvittu tietyn maitotuotteen (esim. juusto, voi, jogurtti) valmistamiseen.

⁸ Punaista (60 %) ja prosessoitua (40 %) lihaa 350 g/vk ja siipikarjan lihaa nykykulutuksen mukaan.

⁹ Punaisen (30 %), prosessoidun (20 %) ja siipikarjan (50 %) liha yhteensä 350 g/vk.

3.3.1 Ruokavalioiden elintarvikkeet ja ravintoaineiden saantilaskelmat

Skenaarioruokavaliot muodostettiin FinRavinto 2017 -tutkimuksen perusteella aikuisväestön yleisesti käyttämistä elintarvikkeista huomioiden kaikki ruokaryhmät. Elintarvikkeita valittiin sekä niille ruokaryhmille, joille on annettu määrällinen suositus (esim. täysjyväviljavalmisteen, kasvikset, hedelmät ja marjat, palkokasvit, pähkinät, maitovalmisteet, punainen ja prosessoitu liha, kasviöljyt) että sellaisille ruokaryhmille, joille ei ole asetettu tarkkaa määrällistä suositusta (esim. vähäkuituiset viljavalmisteen, peruna, kananmuna, erilaiset juomat, naposteltavat, jäätelö, makeiset). Näin pyrittiin koostamaan mahdollisimman kokonaisvaltaiset ruokavaliot, jotka heijastavat Suomen väestön mahdollisia elintarvikkeita ja ruokakulttuuria. Lähtökohdaksi otettiin sekaruokavalio lisääntyvällä kasvipainotteisuudella.

Suosituksien mukaisissa ruokavalioiden kullekin ruokaryhmälle valittiin tavoitemääräksi ravitsemussuosituksissa määritellyn vaihteluvälin ala- tai yläraja sen mukaan, kumpi oli lähempänä nykyistä kulutustasoa. Esimerkiksi maidon tavoitemääräksi asetettiin 500 g vuorokaudessa maitoekvivalentteina, käyttäen juustolle kerrointa 5 (vrt. Wood ym. 2019), koska maitovalmisteiden kulutus on Suomessa lähtökohtaisesti korkealla tasolla. Välivaiheen skenaarioissa (vuosi 2035) ruokaryhmien tavoitemäärät asetettiin noin 40 % kohdalle nykyruokavaliota heijastelevan ruokavalioiden ruokamäärien ja suositusten mukaisten ruokavalioiden ruokamäärien välisestä erotuksesta.

Skenaarioissa huomioitiin keskeisiä suomalaisen ruokavalioiden haasteita. Esimerkiksi skenaarioihin sisällytettiin siirtymä maitorasvoista kohti kasviöljyjä ja kasviöljypohjaisia rasvavitteitä, rasvaisten maitovalmisteiden ja juuston kulutuksen väheneminen ja osittainen korvautuminen vähärasvaisilla maitovalmisteilla ja kasvipohjaisilla maidon tapaan käytettävillä vaihtoehdoilla, punaisen ja prosessoidun lihan kulutuksen väheneminen sekä siirtymä vähäkuituisista viljavalmisteen kohti täysjyväviljavalmisteen. Lisäksi kasvien, marjojen, hedelmien ja palkokasvien kulutusta lisättiin. Näiden muutosten seurauksena oletettiin esimerkiksi tyydyttyneen rasvan saannin vähenevän ja kuidun sekä täysjyvä saannin lisääntyvän. Kaikissa skenaarioruokavalioiden energian kokonaissaanti säädettiin noin 10 megajoulen tasolle, joka vastaa määrällisten ruokasuositusten laatimisessa käytettyä energian saantitasoa.

Energia- ja ravintoaineiden saanti skenaarioruokavalioiden laskettiin THL:n Finmeal-ohjelmistolla (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025a), joka hyödyntää kansallista elintarvikkeiden koostumustietokantaa (Fineli®) (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025b). Ravintoaineiden saannin riittävyys arvioitiin käyttäen kansallisissa ravitsemussuosituksissa (Valtion ravitsemusneuvottelukunta ja Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2024) annettuja ravintoaineiden saannin viitearvoja.

3.3.2 Ravintoaineiden saanti ruokavalioiden skenaarioissa

Energia- ja ravintoaineiden sekä vitamiinien ja kivennäisaineiden saannit muuttuivat välivaiheen ruokavalioiden skenaarioissa (vuosi 2035) ja suositusten mukaisissa ruokavalioiden skenaarioissa (vuosi 2050) odotettuun suuntaan suhteessa nykyistä ruokavaliota heijastelevaan ruokavalioiden (Taulukko 3.2.). Energia- ja ravintoaineista sekä kuidun, että tyydyttyneen rasvan saannissa havaittiin yli 10 % muutokset toivottuun suuntaan: kuidun saanti nousi ja tyydyttyneen rasvan saanti laski. Muutokset muissa energia- ja ravintoaineissa olivat maltillisempia: hiilihydraattien, proteiinin ja rasvan saannit muuttuivat alle 5 % vuoteen 2035: hiilihydraateissa muutossuunta oli nouseva, rasvassa ja proteiinissa laskeva. Suositusten mukaisissa skenaarioissa (vuosi 2050) sakkaroosin, proteiinin ja rasvan saannit laskivat 5–10 % suhteessa nykytilanteeseen. Kasvien, marjojen ja hedelmien sekä täysjyväviljavalmisteen ja palkokasvien määrän lisääntyminen heijastui folaatin, C-vitamiinin, raudan ja sinkin saanteihin läpi ruokavalioiden skenaarioiden (nousua yli 10 %). Myös E-vitamiinin saanti lisääntyi yli 10 % läpi

muutoskenaarioiden, kun taas D-vitamiinin, B12-vitamiinin, kalsiumin, jodin ja seleenin saanneissa havaittiin laskusuunta (alle 5 % muutos).

Taulukko 3.2. Ruokavaliokenaarioiden muutokset energiaravintoaineiden sekä valikoitujen vitamiinien ja kivennäisaineiden päivittäisessä saannissa suhteessa nykyistä ruokavaliota heijastelevaan ruokavalioon, joka on FinRavinto 2017 -tutkimuksen pohjalta laadittu keskimääräinen esimerkkiruokavalio. Nuolimerkit kuvaavat muutoksen suuntaa ja suuruutta verrattuna nykyistä ruokavaliota heijastelevaan ruokavalioon (referenssi): → / ← tarkoittaa <5 % muutosta, ↑ / ↓ tarkoittaa 5–10 % muutosta, ↑↑ / ↓↓ tarkoittaa >10 % muutosta.

	2017: Nykyistä ruokavaliota heijasteleva	2035: Kohti suosituksia 1	2035: Kohti suosituksia 2	2050: Suositusten mukainen 1	2050: Suositusten mukainen 2
Energiaravintoaineet					
Hiilihydraatti (E%)	Referenssi	→	→	→	→
Kuitu (g/MJ)	Referenssi	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
Sakkarooosi E%	Referenssi	→	→	↓	↓
Proteiini (E%)	Referenssi	→	→	→	↓
Rasva (E%)	Referenssi	→	→	↓	↓
Tyydyttyneet rasvahapot (E%)	Referenssi	↓↓	↓↓	↓↓	↓↓
Vitamiinit ja kivennäisaineet					
D-vitamiini (µg)	Referenssi	→	→	→	→
E-vitamiini (α-TE)	Referenssi	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
Folaatti (µg)	Referenssi	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
B12-vitamiini (µg)	Referenssi	→	→	→	↓↓
C-vitamiini (mg)	Referenssi	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
Kalsium (mg)	Referenssi	→	→	→	→
Rauta (mg)	Referenssi	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
Jodi (µg)	Referenssi	→	→	→	→
Seleenin (µg)	Referenssi	→	←	→	←
Sinkki (mg)	Referenssi	↑	↑	↑↑	↑

Verrattuna ravitsemussuosituksen viitearvoihin, energiaravintoaineiden saannit säilyivät suositellulla tasolla läpi kaikkien ruokavaliokenaarioiden (proteiini, rasva, sakkarooosi) (tulokset eivät näkyvillä raportissa). Hiilihydraattien kokonaissaanti saavutti suositeltavan tason (vähintään 45 E%) sekä välvaiheen ruokavaliokenaarioissa että suositusten mukaisissa ruokavaliokenaarioissa. Kuidun sekä tyydyttyneen rasvan saannit olivat kaikissa muutoskenaarioissa suositusten mukaisia (kuitua vähintään 3 g/MJ ja sakkarooosia alle 10 E%). Eläin- ja kasvipärisen proteiinin suhde oli nykyistä ruokavaliota heijastelevassa ruokavaliossa 70/30 (vrt. Sirén ym. 2020) ja noin 60/40 välvaiheen

ruokavalioskenaarioissa. Suositusten mukaisissa ruokavalioissa suhde oli 51/49 (ruokavalio 1) ja 47/53 (ruokavalio 2).

Vitamiinien ja kivennäisaineiden osalta folaatin suositeltava saanti (330 µg/vrk) täyttyi 2050 skenaarioissa ja väestön keskimääräinen tarve (250 µg/vrk) sekä 2035 että 2050 skenaarioissa. D-vitamiinin, E-vitamiinin, B12-vitamiinin sekä C-vitamiinin saannit olivat suositellun saannin tasolla kaikissa skenaarioissa. Kivennäisaineiden osalta kalsiumin, raudan, jodin, seleenin ja sinkin saannit olivat läpi skenaarioiden suositeltavan saannin tasolla ja ylittivät siten myös väestön keskimääräisen tarpeen. Turvallisen saannin yläraja ei ylittynyt minkään tutkitun vitamiinin tai kivennäisaineen kohdalla.

3.4 RUOKAVALIOMUUTOSTEN ESTEET JA AJURIT

Tässä aluvuussa käsittelemme, millaisin keinoin ruokavaliomuutoksen etenemistä voidaan nopeuttaa. Tarkastelemme pohjoismaisen kuluttajatutkimuskirjallisuuden pohjalta, miten eri ryhmien valmiudet ruokavaliomuutokseen eroavat, sekä jäsenämme ruokavaliomuutosten esteitä ja ajureita COM-B-mallin (kyvykkyudet, mahdollisuudet, motivaatio) avulla.

3.4.1. Eri kuluttajaryhmien valmiudet ruokavaliomuutokseen

Suomalaisten ruokavalioiden ilmastovaikutuksissa on sosio-demografisia ja alueellisia eroja (Sares-Jäske ym. 2025). Miehillä ruokavalion ilmastovaikutus on keskimäärin suurempi kuin naisilla: absoluuttinen ilmastovaikutus oli miehillä noin 28 % suurempi (5,65 vs. 4,43 kg CO₂ ekv./päivä) ja energiavakioitu ilmastovaikutus oli noin 4 % suurempi (0,58 vs. 0,56 kg CO₂ ekv./MJ/päivä). Ilmastovaikutus oli korkein 35–54-vuotiailla ja alaikäisten lasten kanssa asuvilla, kun taas matalimmat tasot havaittiin iäkkäimmissä ikäryhmissä ja yksin asuvilla. Naisilla korkeampi ilmastovaikutus on harvaan asutulla maaseudulla asuvilla, kun taas miehillä suurituloisimmat erottuivat muita suuremmalla ruokavalion ilmastovaikutuksella. Maantieteellisesti ilmastovaikutukset ovat matalampia Etelä-Suomessa ja pääkaupunkiseudulla. Suomalaisessa optimointitutkimuksessa (Valsta ym. 2022) saatujen tulosten mukaan ruokavalion ilmastovaikutusta voitaisiin vähentää miehillä keskimäärin 27 prosenttia ja naisilla 15 prosenttia, jos ruokavalio muuttuisi ravitsemussuositusten ravintoaineiden saantisuositusten mukaisiksi. Ilmastovaikutuksen näkökulmasta suurin muutostarve liittyy eläinperäistuntuotteiden, erityisesti lihan, vähentämiseen ruokavalioissa.

Sosiodemografiset tarkastelut osoittavat, että erityisesti nuoremmat, korkeasti koulutetut, kaupungeissa asuvat ja naiset ovat ruokavaliomuutoksen etujoukoissa. Nämä ryhmät esimerkiksi suhtautuvat myönteisemmin siirtymään kohti ravitsemussuositusten mukaista kasvipainotteista ruokavaliota (Birgisdottir ym. 2025) ja ovat valmiimpia vähentämään lihan kulutustaan (Röös ym. 2022). Nuori ikä, naissukupuoli, korkea koulutustaso ja kaupunkiasuminen ennustavat myös siirtymää vähäisempään punaisen lihan kulutukseen ja kasvipohjaisempaan ruokavalioon (Nevalainen ym. 2023). Suomalaisväestöstä noin 9 % aikuisista noudattaa jotakin kasvipainotteista ruokavaliota, ja nämä ruokavaliot ovat yleisempiä naisilla, 20–39-vuotiailla, kaupunkilaisilla ja korkeammin koulutetuilla kuin muissa ryhmissä (Simojoki ym. 2026).

Valmiuksia ruokavaliomuutokseen eivät kuitenkaan selitä vain sosiodemografiset tekijät, vaan myös motiivit ja ruokaan liitetyt mielikuvat. Niitä kuluttajia, joiden valmius lisätä ruokavalion kasvipainotteisuutta on korkea, on tutkimuksissa yhdistänyt terveys- ja painonhallintamotiivi (Vainio ym. 2016), ympäristösyys (Nevalainen ym. 2023), matala ruokaneofobia eli uusien ruokien vierastaminen ja haluttomuus kokeilla niitä (Niva & Vainio 2021) sekä kokemus siitä, että muutos sopii omaan identiteettiin ja arkeen (Hielkema & Lund 2021). Kielteisemmin muutokseen suhtautuvia kuluttajia puolestaan yhdistää tutkimuksissa vahva kiintymys lihaan (Knaapila ym. 2022) ja lihansyönti rutiinina, korkea ruokaneofobia (Hielkema & Lund 2021) ja epäily kasvipohjaisten tuotteiden terveellisyydestä ja

luonnollisuudesta (Collier ym. 2021). Ne ryhmät, jotka yhdistivät lihaan selvästi myönteisempiä mielikuvia kuin kasvipohjaisiin vaihtoehtoihin, olivat todennäköisimmin vastahakoisia lihan vähentämiseksi. Vastaavasti ne ryhmät, joissa kasvipohjaiset vaihtoehdot herättivät kaikkein myönteisimmät mielikuvat, söivät vähemmän lihaa (Knaapila ym. 2022).

Kuluttajien valmiudessa siirtyä kasvipainotteisempaan ruokavalioon voidaan karkeasti jäsentää kolme pääryhmää. Ensimmäiseen kuuluvat kuluttajat, jotka ovat jo pitkällä siirtymässä ja joiden ruokavalio on valmiiksi kasvipainotteinen. Toiseen kuuluvat ne, jotka suhtautuvat muutokseen myönteisesti tai neutraalisti, mutta joiden ruokailutottumusten muutosta hidastavat esimerkiksi käytännön, sosiaaliset tai asenteelliset esteet. Kolmannen ryhmän muodostavat kuluttajat, jotka suhtautuvat muutokseen kielteisesti. Heille liha kytkeytyy vahvasti identiteettiin, arjen rutiineihin ja tuttuihin kulttuurisiin käytäntöihin, ja samalla suhtautuminen lihankulutuksen vähentämisen tarpeeseen on muita ryhmiä skeptisempää (Collier ym. 2021).

Kuluttajasegmentointitutkimuksissa suurin muutospotentiaali nähdään olevan muutosta vastustavien ja sitä edistäviin ryhmien väliin sijoittuvissa kuluttajaryhmissä (Knaapila ym. 2022; Nevalainen ym. 2023, Niva & Vainio 2021). Näissä ryhmissä kuluttajat ovat jo alkaneet tai aikeissa vähentää punaista lihaa, kokeilevat kasvipohjaisia tuotteita tai suhtautuvat niihin myönteisesti, vaikka eivät olisi luopumassa lihasta tai muista eläinperäisistä tuotteista kokonaan. Esimerkiksi suomalaisia milleniaaleja tarkastelleessa tutkimuksessa (Knaapila ym. 2022) noin 68 prosenttia milleniaaleista sijoittui segmentteihin, joita tutkijat pitivät lupaavimpina kohteina lihan vähentämiseen tähtääville toimille, kun taas noin 14 % suhtautui kasvipohjaisiin vaihtoehtoihin selvästi kielteisesti ja noin 18 % hyvin myönteisesti (Knaapila ym. 2022).

Vaikka ruokavaliot muuttuvat hitaasti, tutkimuskirjallisuus viittaa siihen, että Suomessa ja muissa Pohjoismaissa on käynnissä kulttuurinen muutos, jossa (punaisen) lihan asema ei ole enää yhtä itsestään selvä kuin aiemmin. Esimerkiksi Nevalaisen ja muiden (2023) tutkimuksessa punaisen lihan kulutusta vähentäneet tai siitä luopuneet ja kasviproteiinituotteiden käyttöä lisänneet kuluttajat eivät enää muodostaneet pientä vähemmistöä, vaan ryhmiin kuului lähes neljä kymmenestä vastaajasta. Muutos ei kuitenkaan etene väestöryhmissä tasaisesti, vaan ruokailutavat samanaikaisesti polarisoituvat ja moninaistuvat: osa kuluttajista on siirtymässä jo pitkällä, kun taas osa ei muuta ruokavaliotaan lainkaan (Nevalainen ym. 2023). Samansuuntaisesti Kuosmanen ja muut (2025b) havaitsivat, että naiset, nuoret ja harvemmin punaista lihaa syövät arvioivat useammin kannustimien voivan lisätä heidän palkokasvien käyttöään, kun taas miehet, vanhemmat vastaajat ja usein punaista lihaa syövät pitivät kannustimia keskimäärin vähemmän merkityksellisinä ja siten epätodennäköisinä muuttamaan valintoja.

3.4.2 Ruokavaliomuutosten esteet ja ajurit

Pohjoismaisessa kuluttajatutkimuskirjallisuudessa havaittu useita eri tasoisia esteitä ja ajureita kuluttajien siirtymälle kohti kasvipainotteisempaa syömistä. Seuraavassa tarkastelussa hyödynnetään käyttäytymisen muutoksen viitekehystenä COM-B-mallia (Michie ym. 2011). Se tunnistaa kolme välttämätöntä tekijää käyttäytymisen syntymiseen: kyvykkyydet (capabilities), mahdollisuudet (opportunities) ja motivaation (motivation). Kyvykkyys jaetaan fyysiseen ja psyykkiseen kyvykkyyteen, jossa fyysinen kyvykkyys voi viitata esimerkiksi ruumiilliseen kykyyn valmistaa ruokaa ja psyykkinen kyvykkyys taas esimerkiksi erilaisten ruokalajien ja raaka-aineiden tuntemiseen. Mahdollisuudet koostuvat sosiaalisista mahdollisuuksista, joita voidaan kuvata ympäröivänä sosiaalisena ympäristönä ja sen normeina, sekä fyysisistä mahdollisuuksista, jotka liittyvät esimerkiksi terveellisten ja ympäristökestävien tuotteiden saatavuuteen ja kohtuuhintaisuuteen. Motivaatio jakautuu reflektiiviseen motivaatioon, joka viittaa tietoihin, harkittuihin syihin, joiden perusteella ihminen päättää syödä tai

suhtautua johonkin ruokaan tietyllä tavalla, ja automaattiseen motivaatioon, johon sisältyvät tunteet, impulssit, tottumukset ja mieliteot. Keskeisiä pohjoismaisessa kirjallisuudessa tunnistettuja tekijöitä siirtymässä kohti kasvipainotteista ruokavaliota on jaoteltu COM-B-mallin mukaan liitteen taulukoon 1.

KYVYKKYYTEEN LIITTYVÄT ESTEET JA AJURIT

Kasvipohjaisten tuotteiden ja aterioiden vieraus kuluttajille on merkittävä este kasvipohjaisemman syömisen yleistymiselle. Tuotteiden vieraus oli kuluttajien yleisimmin mainitsema este palkokasvien ja kasviproteiinituotteiden kulutuksen lisäämiselle (Kuosmanen ym. 2023). Tanskalais-australialaisessa kyselytutkimuksessa kasvipohjaisten aterioiden suurempi tuntemus on yhteydessä vähemmän lihakeskeiseen ateriakäsitykseen, mikä puolestaan ennakoii kasvipainotteisempaa ruokavaliota (Rao ym. 2025). Tämä viittaa siihen, että vieraus lisää valinnan koettua riskiä ja vaikeuttaa uusien tuotteiden ottamista osaksi arkista käyttöä ja ruoan valmistusta, jolloin valintatilanteessa päädytään herkemmin turvallisiin ja totuttuihin vaihtoehtoihin. Ruoankulutus on vahvasti rutiininomaista ja perustuu rajattuun ”arkiruokarepertuaariin”, jolloin uudet kasvipohjaiset tuotteet eivät pääse mukaan valintoihin ilman toistuvaa altistusta. Kasvipainotteisempien vaihtoehtojen yleistyminen edellyttää, että niitä tehdään eri tavoin tutuiksi matalan kynnyksen tilanteissa esimerkiksi maistatusten avulla. Siksi kasvipohjaisten tuotteiden ja aterioiden saatavuus esimerkiksi kouluissa ja työpaikoilla on keskeistä.

Ruoanlaittotaidot ovat keskeinen kyvykkyystekijä, joka voi joko estää tai mahdollistaa kasvipainotteisemman syömisen arjessa. Ruonlaittotaitojen puute on tunnistettu merkittäväksi esteeksi esimerkiksi kasvien ja kalan (Skuland 2015) sekä maitoa korvaavien kasvipohjaisten tuotteiden kulutuksen lisäämiselle (Kuosmanen ym. 2025a). Toisaalta ruonlaittotaidot voivat toimia myös mahdollistajana: kuluttajat, jotka kokevat kasvipohjaisen ruoanlaiton helpoksi, kuluttivat todennäköisemmin vähemmän lihaa (Reipurth ym. 2019). Ruonlaittotaitoja voidaan tukea esimerkiksi tarjoamalla arkeen sopivaa reseptiikkaa sekä satsaamalla kotitalousopetuksessa kasvipainotteisten ruokien valmistusosaamiseen.

Ruoanlaittotaidot ja niiden puute kytkeytyy usein myös koettuun ajankäyttöön ja vaivattomuuteen (COM-B-mallissa mahdollisuudet), jotka voivat muodostaa käytännön esteen kasvipainotteisten valintojen lisäämiselle. Ruotsalaisessa kyselytutkimuksessa vähemmän myönteisesti kasvien kulutukseen suhtautuvilla oli kokemus siitä, että tuoreita kasviksia on vaikeaa säilyttää kotona ja että kasvien valmistaminen vie liikaa aikaa (Simunaniemi ym. 2013). Laadullisessa tutkimuksessa vaihtoehtojen proteiininlähteiden lisäämisen esteistä lihaa korvaavat kasviproteiinituotteet ja kasvisruoka kuvattiin yleisesti vähemmän käteviksi sekä enemmän aikaa ja vaivaa vaativiksi valmistaa (Collier ym. 2021). Tämä viittaa siihen, että puutteellinen osaaminen voi lisätä valmistuksen koettua työläyttä ja pidentää siihen kuluvaan aikaan, mikä tekee muutoksesta vaikeamman erityisesti arjen aikapaineissa. Ajankäyttöön liittyviä esteitä voidaan madaltaa sillä, että tarjolla on valmiusasteeltaan erilaisia tuotteita, kuten puolivalmisteita, ja kuluttajille opetetaan esimerkiksi nopeiden pakastekasvien käyttöä. Lisäksi on varmistettava, että myös niille kuluttajille, joille uusien ruoanlaittotaitojen opettelu ei ole realistista, olisi tarjolla kasvipohjaisia vaihtoehtoja (esim. valmisateriat, take-away- ja grab-and-go-tuotteet). Tässä elintarviketeollisuuden tuotekehityksen rooli on keskeinen.

Tieto ja ymmärrys ruokavalintojen ilmasto- ja ympäristövaikutuksista on psykologiseen kyvykkyyteen liittyvä tekijä, joka voi hidastaa ja vauhdittaa ruokavaliomuutoksia. Esimerkiksi ruotsalaistutkimuksessa ympäristötietoisuudella havaittiin olevan yhteys toteutuneeseen ostokäyttäytymiseen: kuluttajilla, joilla oli alhaisin tietämys ruoan ilmastovaikutuksista, ruokaostojen ilmastovaikutus oli suurin (Edenbrandt & Lagerkvist 2022). Useissa eurooppalaisissa tutkimuksissa kuluttajien tietoisuus ruokavaliomuutosten ilmastovaikutuksista on todettu matalaksi, ja erityisesti lihan kulutuksen ympäristövaikutuksia aliarvioidaan toistuvasti (Cologna ym. 2022; Hartmann & Siegrist 2017; Pohjolainen ym. 2016). Tietoisuudessa voi kuitenkin olla maakohtaisia eroja: ruotsalaistutkimuksessa valtaosa kuluttajista

tunnisti lihan korkean ilmastovaikutuksen (Röös ym. 2022). Tietoa ruokavalintojen ympäristövaikutuksista voidaan lisätä koulutuksella ja viestintäkampanjoiden avulla. Samalla tieto tuotteiden ympäristövaikutuksista tulisi ankkuroida valintatilanteisiin esimerkiksi helposti ymmärrettävillä ja vertailukelpoisilla pakkausmerkeillä.

MAHDOLLISUUKSIIN LIITTYVÄT ESTEET JA AJURIT

Hinta on keskeinen fyysisiin mahdollisuuksiin liittyvä tekijä kasvipainotteisten valintojen lisäämisessä, koska se voi rajata valintoja konkreettisenä resurssina. Hinta on kuluttajatutkimuksissa toistuvasti yksi kuluttajien tärkeimmistä ruoan valintaperusteista (Salmivaara ym. 2025), ja korkea hinta on usein ilmoitettu este esimerkiksi palkokasvien (Kuosmanen ym. 2023), lihaa korvaavien kasviproteiinituotteiden (Knaapila ym. 2022) sekä maitotuotteita korvaavien kasvipohjaisten tuotteiden kulutukselle (Philippi Rosane ym. 2025). Toisaalta matala hinta voi toimia mahdollistajana: edullisempi hinta oli yksi yleisimmistä kuluttajien ilmoittamista tekijöistä, joka lisäisi palkokasvien ja palkokasvipohjaisten tuotteiden kulutusta (Kuosmanen ym. 2025b). Siksi esimerkiksi vero-ohjauksella tulisi varmistaa, että kasvipohjaiset tuotteet ovat hinnoiltaan kilpailukykyisiä suhteessa vastaaviin eläinperäisiin tuotteisiin.

Hinnan merkityksessä on sosiodemografisia eroja. Esimerkiksi kasviproteiinituotteiden kohdalla edullinen hinta oli tärkeämpi valintojen mahdollistaja nuorille ja pienituloisille kuluttajille (Kuosmanen ym. 2025b). Yleisesti hinta on ruoan valintaperusteena tärkeämpi miehille ja pienituloisille (Konttinen ym. 2021).

Hinta voi vaikuttaa valintoihin myös hintamielikuvan kautta. Tällöin ”hintaa” valintoja ohjaavana tekijänä liittyy kokemukseen siitä, onko tuote kallis tai edullinen, maksamisen arvoinen tai hinta-laatusuhteeltaan hyvä. Esimerkiksi kuluttajahaastatteluissa hinta koettiin merkittäväksi esteeksi lihan korvaavien kasviproteiinituotteiden ostamiselle ja kokeilemiselle, sillä kasviproteiinituotteita ei pidetty samalla tavoin rahanarvoisina tai ”ylellisinä” kuin lihaa (Collier ym. 2021). Hinta ei siis ole vain budjettikysymys, vaan se heijastaa myös kuluttajien mielikuvia tuotteen arvosta ja riskistä: jos mausta, kylläisyydestä tai käyttötavoista ei ole varmuutta, hinta koetaan herkemmin liian korkeaksi suhteessa odotettuun hyötyyn. Erityisesti kauppa voi vaikuttaa hintamielikuviin esimerkiksi kampanjoiden avulla. Suomalaisen mallinnustutkimuksen (Irz ym. 2024b) mukaan ruokavaliomuutokset voidaan toteuttaa ilman lisäkustannuksia, ja siirtymää jarruttavat ennen kaikkea kulttuuriset tottumukset, ei hinta. Kasviproteiineja suosivien kuluttajien proteiiniinlähteisiin käyttämä rahasumma ei myöskään ole suurempi kuin lihan kuluttajilla (Meinilä ym. 2026).

Ruokavaliomuutos tapahtuu usein suhteessa perheeseen, ystäviin ja muihin viiteryhmiin, jotka voivat joko tukea tai jarruttaa muutosta. COM-B-mallissa sosiaaliset suhteet ja niihin liittyvät odotukset ovat osa sosiaalisia mahdollisuuksia, koska ne määrittävät, millaiset ruokavalinnat ovat tilanteissa hyväksytyjä, toivottuja ja vaivattomia. Esimerkiksi tanskalaistutkimuksessa (Hielkema & Lund 2021) läheiset sosiaaliset suhteet lihan vähentäjiin tai välttäjiin selittivät merkittävästi sekä lihan vähentämisaikomusta että toteutunutta lihan kulutuksen vähentämistä. Sosiaaliset odotukset voivat näkyä myös esimerkiksi konfliktien tai vaivan välttelynä: kasvipohjaisten vaihtoehtojen käyttöä sosiaalisissa tilanteissa rajoitti halu olla aiheuttamatta ylimääräistä vaivaa muille tai välttää ristiriitoja (Philippi Rosane ym. 2025). Sosiaalisten normien ja viiteryhmän merkitystä kulutustottumuksissa korostaa myös tulokset, joissa kuluttajien arvio siitä, alkaisivatko heille itselle tärkeät ihmiset käyttää uusia proteiinituotteita, oli yksi vahvimista ennustajista myönteiselle suhtautumiselle soluviljeltyyn lihaan ja kalaan (Heiskanen & Rynnänen 2024) sekä soluviljeltyihin maitotuotteisiin (Klöckner ym. 2022). Myönteiset normit ja ”sosiaalinen lupa” muutokselle voi siis toimia siirtymän tukena: kun lähipiiri tarjoaa mallia ja hyväksyntää, kestävämmät valinnat muuttuvat helpommin arjen käytännöiksi.

MOTIVAATIOON LIITTYVÄT ESTEET JA AJURIT

Ympäristömyönteisyyden ja arvojen on joissakin pohjoismaisissa tutkimuksissa havaittu edistävän kasvipohjaisempaa syömistä. Esimerkiksi tanskalaistutkimuksessa ilmastomotivaatio oli vahva ajuri sekä lihan vähentämisaikomukselle että toteutuneelle vähentämiselle (Hielkema & Lund, 2021). Tutkimusnäyttö viittaa kuitenkin siihen, että ympäristömotiivien vaikutus on usein rajallinen, eikä se yksin selitä kulutustottumuksia. Norjalaisessa ilmastoasenteiden ja lihankulutuksen yhteyttä tarkastelleessa tutkimuksessa ilmastohuolella havaittiin kyllä heikko ja epäsuora yhteys vähäisempään lihankulutukseen, mutta useat muut tekijät, kuten lihan syönnin tapaluonteisuus, selittivät kulutusta enemmän (Vatn ym. 2022). Tämä on linjassa ruoan valintakriteerejä tarkastelevan kuluttajakyselyn kanssa, jossa ilmastovaikutus sijoittui aivan valintaperusteiden häntäpäähän (Salmivaara ym. 2025). Ympäristömyönteisyys näyttääkin toimivan ruokavaliomuutoksen ajurina erityisesti silloin, kun se saa tukea muista siirtymää tukevista tekijöistä, kuten myönteisistä makukokemuksista, tuttuudesta ja muutosta tukevista sosiaalisista normeista.

Samoin kuin ympäristömyönteisyys myös terveystoimiva tunnistetaan pohjoismaisessa kirjallisuudessa ruokavaliomuutoksen ajuriksi (Hielkema & Lund 2021; Niva & Vainio 2021; Vainio ym. 2016), joskin myös sen selitysvaiva voi jäädä heikoksi, kun muut vaikuttavat tekijät otetaan huomioon (Jallinoja ym. 2016). Terveystoimiva ei aina myöskään ohjaa kuluttajia tieteellisen tiedon valossa terveellisiin valintoihin. Esimerkiksi norjalaistutkimuksessa käsitykset punaisen lihan terveellisyydestä ja ravitsevuudesta (wholesomeness beliefs) olivat yksi vahvimista punaisen lihan kulutusta selittävästä tekijöistä (Vatn ym. 2022).

Mielikuvat kasvipainotteisen ruoan heikommasta täyttävyydestä ja alhaisemmasta proteiinipitoisuudesta refleksiivisinä motivaatiotekijöinä voivat hidastaa siirtymää kasvipainotteisempaan ruokailuun. Ruotsalaistutkimuksessa paljon lihaa kuluttavat arvioivat kasviproteiinituotteet selvästi vähemmän täyttäväksi ja vähemmän proteiinipitoisiksi kuin vähän lihaa kuluttavat (Spendrup & Hovmalm 2022). Vastaavasti tanskalaistutkimuksessa väittämät ”*en saa tarpeeksi proteiinia, jos syön enemmän kasvispainotteista ruokaa*” ja ”*en tule kylläiseksi syödessäni kasvisruokaa*” selittivät keskeisesti sitä, kuuluiko vastaaja runsaasti vai vähän eläinperäisiä tuotteita kuluttaviin ryhmiin (Reipurth ym. 2019). Proteiinia koskevien huoltien taustalla voi olla myös identiteettiin liittyviä tekijöitä, kuten sukupuolisymboliikkaa (Kildal & Syse 2017) sekä sosiaalisen statuksen ja minäkuvan ylläpitoon liittyviä ulottuvuuksia (Macdonald 2025). Mielikuviiin voidaan vaikuttaa esimerkiksi varmistamalla, että kasvipohjaisissa annoksissa todella on riittävästi proteiinia, ja tekemällä proteiinipitoisuus näkyväksi esimerkiksi pakkauksissa ja ruokalistoissa.

Ruokaneofobia on automaattiseen motivaatioon liittyvä este ruokavaliomuutoksille. Se viittaa uusien ruokien vierastamiseen ja haluttomuuteen kokeilla tuntemattomia tuotteita. Ruokaneofobia on yhteydessä muun muassa vähäisempään kasvipohjaiseen syömiseen (Rao ym. 2025) ja runsaampaan lihan kulutukseen (Hielkema & Lund 2021). Ruokaneofobia oli korkeampaa kuluttajaryhmissä, jotka eivät olleet muuttaneet eivätkä aikeissa muuttaa ruokavaliotaan, ja matalampaa ryhmissä, joissa ruokavaliomuutosta kohti kasviproteiineja oli tapahtunut (Nevalainen ym. 2023; Niva & Vainio 2021). Ruokavaliomuutoksen kannalta ruokaneofobia voi näkyä esimerkiksi epävarmuutena tuotteen käytöstä (”osaanko käyttää tätä?”), kielteisinä ennako-odotuksina mausta ja nopeana palaamisena tuttuihin valintoihin. Ruokaneofobia voidaan ottaa huomioon esimerkiksi kannustamalla ruokavaliomuutoksessa pieniin askeliin, käyttämällä uusia tuotteita tutuissa resepteissä ja vahvistamalla kasvipainotteisten ruokien sosiaalista hyväksyttävyyttä.

Maku on erittäin tärkeä motivaatiotekijä kasvipainotteisempien valintojen yleistymiselle. Maku oli vahvin yksittäinen tekijä, joka selitti sekä kasvien että kalan syöntitiheyttä (Skuland, 2015), ja se oli yleisimmin mainittu este kasvien ja hedelmien syönnille (Simunaniemi ym., 2013). Lisäksi

kyselytutkimuksissa parempi maku nousi yleisimmäksi tekijäksi, joka voisi lisätä palkokasvituotteiden (Kuosmanen ym. 2025b) sekä lihaa ja maitoa korvaavien kasviproteiinituotteiden käyttöä (Pohjolainen ym. 2023). Maku voi toimia esteen lisäksi myös siirtymän ajurina: kuluttajat, jotka pitivät kasvipohjaista ruokaa hyvänmakuisena, raportoivat vähäisempää lihan ja muiden eläinperäisten ruokien käyttöä (Reipurth ym 2019). Kuosmanen ja muiden haastattelututkimuksessa (2025a) maitoa korvaavat kasvipohjaiset vaihtoehdot koettiin usein maultaan heikommiksi. Toisaalta tutkimus osoitti, että makuun voi tottua, ja uusien tuotteisiin käytön myötä osa kuluttajista oli alkanut suosia kasvipohjaisia vaihtoehtoja. Silti artikkelin selvä johtopäätös on, että jos kasvipohjaisten tuotteiden maku ei parane, niiden käyttö ei laajene merkittävästi. Elintarviketeollisuuden tuotekehityksellä, kokkien ja muiden keittiöammattilaisten osaamiseen satsaamisella ja kuluttajien ruoanlaittotaitojen tukemisella on suuri merkitys makuun ja makumielikuviin liittyvien esteiden purkamisessa.

3.4.3 Ruokavaliomuutosten edistämiskeinot

Käyttäytymisen muutosviitekehityksen (Michie ym. 2011) mukaan ruokavaliomuutos edellyttää samanaikaisesti kyvykkyyksien, mahdollisuuksien ja motivaation vahvistamista. Tarjolla täytyy olla maukkaita, helppokäyttöisiä ja kohtuuhintaisia tuotteita, ja kuluttajilla täytyy olla arjessa osaamista niiden käyttöön. Jos fyysiset olosuhteet, kuten valikoima, saatavuus ja hinta, eivät tue muutosta, motivaation hyvin hankalaa realisoitua valinnoiksi (Kuosmanen ym. 2025a). Erityisesti saatavuuden merkitystä korostaa se, että kasvipainotteisen ruoan tarjonnan parantaminen on toimenpide, jota tarvitaan madaltamaan useita keskeisiä siirtymän esteitä, kuten tuotteiden vierautta, ruokaneofobiaa sekä kielteistä makumielikuvaa. Suomessa nykyiset ruokajärjestelmän infrastruktuurit ja sosiaaliset normit ohjaavat edelleen monin tavoin epäterveellisempiin ja ympäristölle haitallisempiin valintoihin. Toisaalta kulutuksen muutosta tukevat ajurit voivat myös vauhdittaa siirtymää toinen toistaan tukien: kasvipohjaisten tuotteiden sosiaalinen normalisoituminen voi lisätä kysyntää ja sitä kautta parantaa saatavuutta ja laskea hintaa, ja ruoanvalmistustaidot voivat vahvistaa motivaatiota, kun kasvipohjaisilla tuotteilla opitaan tekemään hyvänmakuisia, tuttuja ruokia (Kuosmanen ym. 2025a). Vaikuttava politiikkaohjaus kasvipainotteisemman syömisen vauhdittamiseksi vaatii toimenpiteitä, jotka ottavat huomioon samanaikaisesti kyvykkyydet, mahdollisuudet ja motivaation vaikuttavat tekijät (Ran ym. 2025; Onwezen & Dagevos ym. 2024).

Kuluttaja- ja ruokakäyttäytymisen muutoskirjallisuudessa, myös COM-B-mallia hyödyntävää kirjallisuutta laajemmin, korostetaan, että huomion ei tulisi kohdistua niinkään yksittäisiin kuluttajiin tai heidän valintoihinsa esimerkiksi informaation tarjoamisen tai motivoinnin kautta, vaan ruokaympäristön rakenteelliseen muokkaamiseen (Dagevos & Onwezen 2025; Baptista ym. 2025; Rööös ym. 2021). Tätä tukevat meta-analyysit ja katsaukset interventioiden ja politiikkaohjauksen vaikuttavuudesta. Ympäristökestävä ruoankulutuksen edistämistä kysyntäpuolen interventioilla tarkastelevan meta-analyysin mukaan interventioista vaikuttavimpia ovat valinta-arkkitehtuuri-interventiot, joissa muutetaan fyysistä tai digitaalista valintaympäristöä siten, että kestävämpi vaihtoehto tulee helpommaksi, näkyvämmäksi tai oletusarvoiseksi valinnaksi (Lohmann ym. 2026). Saman suuntaisesti Cadarion ja Chandonin meta-analyysin (2020) mukaan ruoan terveellisyyttä edistävästä tuuppauksista tehokkaimpia ovat ne, joissa terveelliset valinnat tehdään fyysisessä ympäristössä helpommiksi tai epäterveelliset vaikeammiksi esimerkiksi tuotteiden sijoittelulla, oletusvaihtoehtoja muuttamalla tai annoskokojen muuttamisella. Informaation tarjoamiseen liittyvää politiikkaohjausta ja interventioita on tehty ja tutkittu laajimmin ja mutta niiden vaikutukset jäivät usein vähäisiksi (Lohmann ym. 2026; Ran ym. 2025; Amman ym. 2023). Informaatio-ohjaukseen perustuvat interventiot eivät ole tarpeettomia mutta yksinään riittämättömiä (Dagevos & Onwezen 2025). Informaation tarjoamisella voi olla tärkeä tukeva rooli, koska ne voivat vahvistaa muutokseen suuntautuvia aikoja ja tukea kansalaisten vastaanottavuutta kulutusta ohjaaville politiikkatoimille (Lohmann ym. 2026).

Ruokavaliomuutosten vauhdittamiseksi tarvitaan erilaisia strategioita eri kuluttajaryhmille. Tehokkaat strategiat edellyttävät segmentointia ja räätälöintiä eri kuluttajaryhmille ja siirtymän eri vaiheisiin (Hielkema & Lund 2021; Onwezen ym. 2025). Siirtymässä kohti kasvipainotteisempaa syömistä ja lihan vähentämistä yksi mahdollinen lähestymistapa on lisätä aterioihin perinteisiä proteiinipitoisia raaka-aineita, kuten papuja, palkokasveja, täysjyväviljaa, pähkinöitä ja siemeniä. Toinen strategia voi olla pitäytyminen tutuissa ruokalajeissa, joissa liha- ja maitotuotteita korvataan kasvipohjaisilla vaihtoehdoilla. Kolmas mahdollinen lähestymistapa on ruokavalion monipuolistaminen uusien reseptien ja muiden ruokakulttuurien inspiroimien aterioiden kautta. Tällöin lihankulutuksen vähentäminen ei näyttäydy ensisijaisesti lihan korvaamisena, vaan eri ruokakulttuureista omaksuttujen ruokien ja makujen omaksumisena. Tämä lähestymistavan on havaittu olevan ominainen nuorille aikuisille ja lapsiperheille (Kemper, 2020).

Osalle kuluttajista siirtymä suoraan kasvipohjaisiin tuotteisiin tai aterioihin voi olla liian suuri. Heille muutos voi olla helpompi toteuttaa asteittain joidenkin ilmastovaikutukseltaan punaista lihaa pienempien eläinperäisten tuotteiden, kuten kalan, kananmunan ja maitotuotteiden, kautta. Tämä strategia on aiemman tutkimuksen valossa luonteva erityisesti iäkkäämmille kuluttajille (Kemper 2020). Lihaa erityisen tärkeänä pitävillä tai muutokseen epämotivoituneesti suhtautuvilla lihan annoskokojen pienentäminen (Schulze & Janssen 2024; Vonderschmidt ym. 2024) voi olla tehokkaampi ja hyväksyttävämpi keino, sillä se edellyttää vähemmän muutoksia makutottumuksiin, sosiaalisiin normeihin ja ruoanlaittotaitoihin. Näissä ryhmissä lihankulutus on aiemmin vähentynyt ensisijaisesti juuri annoskokojen pienentymisen kautta (Vonderschmidt ym. 2024). Siirtymä voi siis edetä useita eri reittejä pitkin, minkä vuoksi myös ohjauskeinoissa tulee huomioida kuluttajaryhmien erilaiset lähtökohdat. Eri siirtymästrategioiden toimivuudesta ja hyväksyttävyydestä tarvitaan lisää tutkimusta.

Eräs lupaava asteittaisen muutoksen väline ovat hybridituotteet, joissa osa lihasta tai maidosta on korvattu kasvipohjaisilla ainesosilla. Hybridituotteet pyrkivät jäljittelemään esikuvinaan olevien liha- tai maitotuotteiden makua ja koostumusta, mutta samalla parantamaan ravitsemuksellista laatua tai pienentämään ympäristövaikutuksia. Näitä tuotteita pidetään erityisesti siirtymäkauden ratkaisuna kuluttajille, jotka ovat motivoituneita vähentämään eläinperäisten tuotteiden käyttöä, mutta joiden on vaikea luopua lihan mausta, tuttuudesta tai käytettävyydestä (Banovic ym. 2022; Grasso ym. 2022). Hybridituotteiden etuna on, että ne voivat auttaa purkamaan binääristä ajattelua liha–lihaton tai eläinperäinen–kasvipäinen ja vauhdittaa muutosta ilman, että tehdään suuria muutoksia arkisiin ruokailukäytäntöihin (Grasso 2024). Hybridireseptejä pidetään myös ravitsemispalveluissa keinona toteuttaa ruokavaliomuutoksia asteittain (Huhtala ym. 2024).

Tutkimuskirjallisuuden perusteella kasvipainotteisen ruokavalion edistämiseen ja lihan kulutuksen vähentämiseen tähtääviä interventioita tulisi kohdentaa erityisesti miehiin sosioekonomisesti heikommassa asemassa oleviin ryhmiin (Vonderschmidt ym. 2024; Sares-Jäske ym. 2024; Konttinen ym. 2021). Näissä ryhmissä ruokavaliomuutoksen tarve on suurin, mutta samalla perinteiset interventiot, kuten kasvisruokapäivät tai kasvisaterioiden tarjoaminen, ovat tehonneet keskimäärin heikoimmin (Vonderschmidt ym. 2024). Sekä miehillä että pienituloisilla ruoan valintaa ohjaavat muita ryhmiä useammin hinta ja tuttuus, minkä vuoksi erityisesti hintaohjauksella voi olla heille merkittävä vaikutus (Konttinen ym. 2021). Pienituloisilla rajalliset taloudelliset resurssit voivat myös estää uusien tuotteiden, kuten vieraampien kasvisten kokeilua, joten hintainterventioilla voi olla potentiaalia kaventaa sosioekonomisia eroja ruokavaliomuutoksessa.

Koska arjen ruokaympäristöjen tuki on keskeinen, kirjallisuudessa korostuu kaupan sekä ravitsemispalveluiden rooli ruokavaliomuutoksen vauhdittajina: ne määrittävät käytännössä valikoiman, esillepanon, hinnoittelun ja oletusvaihtoehdot, joiden varassa valintoja tehdään. Vähittäiskaupalla on elintarvikeketjussa poikkeuksellisen vahva asema, koska se toimii elintarviketuottajien ja kuluttajien

välissä, ja sen vaikutusvaltaa lisää myös alan voimakas keskittyneisyys. Julkisilla ruokapalveluilla puolestaan on suoran kysyntäohjauksen lisäksi tärkeä rooli kestävien ruokailukäytäntöjen normalisoijana ja ravitsemussuositusten toimeenpanijana.

Ruokavaliomuutoksen vauhdittamiseksi vähittäiskauppa voi toteuttaa toimenpiteitä kaikilla keskeisillä interventiokeinoilla: lisäämällä tietoisuutta paremmista valinnoista, mahdollistamalla suotuisampia valintoja saatavuuden ja näkyvyyden avulla, ohjaamalla valintoja kannustimien, sanktioiden ja rajoitteiden kautta sekä sulkemalla tiettyjä vaihtoehtoja kokonaan pois (Dagevos & Onwezen 2025). Näitä keinoja voidaan toteuttaa fyysisessä myymäläympäristössä, verkkokaupassa, ostosovelluksissa ja kaupan omissa medioissa. Ruotsalaisen kuluttajatutkimuksen (Linder ym. 2025) mukaan ruokavaliomuutoksia tukevista interventioista vähittäiskaupassa hyväksytympiä olivat kevyemmät keinot, kuten tiedon tarjoamisen ja valinta-arkkitehtuurin¹⁰ muutokset, kun taas voimakkaammin kuluttajien valintoihin puuttuvat toimenpiteet, kuten hinnanmuutokset ja valintojen rajoittaminen, olivat vähemmän hyväksytyjä.

Ravitsemispalvelujen osalta siirtymän merkittävänä keinoina pidetään kestävyyskriteerien käytön vahvistumista julkisissa hankinnoissa, ravintolatarjonnan kehittämistä, kestävyyskriteerien viestintää kuluttajille sekä keittiöhenkilökunnan koulutukseen satsaamista (Pohjolainen ym. 2023). Ravitsemispalveluissa vahvin näyttö tukee interventioita, jotka lisäävät kasvisvaihtoehtojen osuutta ruokalistoilla, muuttavat liha-kasvis-suhdetta tai annoskokoja sekä parantavat kasvipohjaisten aterioiden näkyvyyttä ja saavutettavuutta (Baptista ym. 2025). Erityisen tehokkaiksi ovat osoittautuneet oletusvaihtoehtojen¹¹ muutokset. Niiden avulla kasvisruoan osuus kaikista aterioista on voitu kasvattaa muutaman tai muutaman kymmenen prosentin lähtötasoista jopa noin 80 % tai sen yli (Taufik ym. 2022; Hansen ym. 2019). Eläinperäisten tuotteiden poistamisen kokonaan valikoimasta sekä siirtymisen yksinomaan kasvis- tai vegaaniruokien tarjontaan on havaittu olevan kuluttajien keskuudessa heikosti hyväksyttyä (Baptista ym. 2025).

3.5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET RUOKAVALIOMUUTOKSISTA

Ravitsemussuositusten taustalla oleva tieteellinen näyttö ravinnon ja terveyden välisistä yhteyksistä sekä viimeisen vuosikymmenen aikana Suomessa toteutetut laajat tutkimushankkeet sekä tiedot Suomen väestön keskeisistä ravitsemushaasteista osoittavat, että siirtymä kohti kasvipainotteisia ruokavaliota on sekä väestön terveyden että ympäristön kestävyysedistämässä keskeinen mahdollisuus. Toivottujen ruokavaliomuutosten toteutuminen väestötasolla edellyttää kohdennettua tietoa ja sen pohjalle rakennettua pitkäjänteistä politiikkaa.

Väestön ruoankulutuksessa on tapahtunut merkittäviä muutoksia viimeisten vuosikymmenten aikana, mutta muutokset eivät ole suoraviivaisia ja ovat tähän asti edenneet kokonaisuutena hitaasti. Myönteistä on muun muassa kasvisten, marjojen ja hedelmien sekä palkokasvien, pähkinöiden ja siementen kulutuksen lisääntyminen. Toisaalta punaisen ja prosessoidun lihan kulutuksen tasaantuminen suositusta suuremmalle tasolle sekä täysjyväviljojen kulutuksen hidas kasvu haastavat toivottua muutosta kohti ruokavalioiden kasvipainotteisuutta. Maitovalmisteilla on edelleen suuri rooli

¹⁰ Valinta-arkkitehtuurin muokkaaminen tarkoittaa myymäläympäristön, tuotteiden esillepanon ja ostopäätöstä ohjaavien käytäntöjen suunnittelua siten, että ne lisäävät kestävien valintojen todennäköisyyttä ilman, että kuluttajien vaihtoehtoja rajoitetaan.

¹¹ Oletusvaihtoehdon (default option) muuttamisessa kasvipainotteinen valinta asetetaan automaattiseksi, ensisijaiseksi vaihtoehdoksi mutta lihaa sisältävä vaihtoehto säilyy saatavilla.

suomalaisten ruokavalioissa. Nestemäisten maitovalmisteiden osittainen korvautuminen kasvipohjaisilla vaihtoehdoilla on kuitenkin osa ruokavalioiden tulevaisuusnäkömää.

Tässä hankkeessa toteutetuissa suosittelun mukaisissa ruokavaliokaskeissa saavutettiin eläin- ja kasvipohjaisen proteiinin suhde 50/50, joka vertautuu Alankomaiden vuoden 2035 tavoitteeseen (Health Council of the Netherlands 2023). Eläin- ja kasvipohjaisen proteiinin 50/50 suhde voi toteutua Suomessakin ennen vuotta 2050, jos ruokavaliomuutoksia tukevat ruokajärjestelmän ohjauskeinot saadaan laajasti käyttöön ja sitä myötä siirtymä kohti ruokavalioiden kasvipainotteisuutta etenee väestössä odotettua nopeammin. Viime vuosien aikana tapahtunut nestemäisen maidon kulutuksen väheneminen ja osittainen korvautuminen kasvipohjaisilla vaihtoehdoilla ja niiden markkinan kasvu ennakoivat odotettua nopeampaa ruokavaliomuutosta kohti kasvipainotteisuutta (Jansik ym. 2025). Kasvipohjaisen proteiinin osuuden lisääminen yli 50 prosentin tasolle edellyttää selvästi esitetyjä skenaarioita voimakkaampaa kasvipainotteisuutta ruokavalioissa, kuten maitovalmisteiden, siipikarjan lihan, kalan ja kananmunan kulutuksen vähenemistä ja korvautumista kasvipohjaisilla vaihtoehdoilla. Kasvipohjaisen proteiinin osuuden lisääntyminen suomalaisten ruokavalioissa edellyttää palkokasvien ja täysjyviviljojen ja niistä valmistettujen tuotteiden kulutuksen tuntuvaa lisääntymistä.

Tässä hankkeessa toteutetut ruokavaliokaskeet osoittavat suuntaa kohti ravitsemussuosittelun mukaisia kasvipainotteisia sekaruokavaliota, joiden avulla pystytään pitkällä aikavälillä korjaamaan Suomen väestössä esiintyviä ravitsemuksellisia haasteita. Muun muassa tyydyttyneen rasvan saannin väheneminen ja kuidun saannin lisääntyminen ovat väestön terveyden kannalta tärkeitä tavoitteita. Monipuolisesti kasvi- ja eläinkunnan tuotteita sisältävät ruokavaliokaskeet täyttivät hyvin väestön ravintoaineiden tarpeen kaikkien tutkittujen ravintoaineiden osalta. Kokonaisuudessaan ravitsemuksellisten tavoitteiden saavuttaminen edellyttää, että ruokavaliot pysyvät ruokaryhmien osalta monipuolisena. Tulevaisuudessa – kasvipainotteisten ruokavalioiden mahdollisesti yleistyessä – on tärkeää jatkaa koko väestön ja haavoittuvien väestöryhmien ravitsemusseurantaa. Seurannan avulla voidaan tunnistaa väestöryhmien ravitsemushaasteita sekä suunnitella ja toteuttaa toimenpiteitä, joiden avulla turvataan ruokavalioiden ravitsemuksellinen riittävyys koko väestössä.

Ruokavaliomuutokset edellyttävät samanaikaisesti kuluttajien kyvykkyyksien, mahdollisuuksien ja motivaation vahvistamista. Myös vaikuttavien ohjauskeinojen tulee ottaa nämä kaikki ulottuvuudet huomioon. Pohjoismaiden kuluttajatutkimuskirjallisuuden perusteella siirtymää hidastaa kyvykkyyksiin liittyvistä tekijöistä erityisesti kasvipohjaisten tuotteiden ja ruokalajien vieraus ja puutteelliset ruoanlaittotaidot. Mahdollisuuksiin liittyvistä tekijöistä esteinä ovat kasvipohjaisten tuotteiden korkeaksi koettu hinta, heikko saatavuus ja sosiaaliset normit. Motivaatiotekijöistä siirtymää hidastaa erityisesti kielteiset mielikuvat kasvipainotteisen ruoan mausta, täytävyydestä ja proteiinipitoisuudesta. Toisaalta muutosta voivat tukea hyvät ruoanvalmistustaidot, tuotteiden tuttuus, parempi saatavuus, kasvipohjaisten tuotteiden kilpailukykyinen hinta, myönteiset makukokemukset sekä lähipiirin hyväksyntä.

Ruokavaliomuutokset kohti kasvipainotteisempaa syömistä eivät etene väestössä tasaisesti, vaan kuluttajien valmiuksissa, motiiveissa ja käytännön mahdollisuuksissa on merkittäviä väestöryhmittäisiä eroja. Naiset, korkeasti koulutetut, kaupungeissa asuvat ja nuoremmat ikäryhmät ovat siirtymän etujoukossa. Erityisesti miehillä ja sosioekonomisesti heikommassa asemassa olevilla ryhmillä tarve muutokselle on suurin, ja siksi myös interventtioiden olisi hyvä kohdistua heihin.

Sekmentointitutkimuksissa suurin muutospotentiaali nähdään olevan niissä kuluttajaryhmissä, jotka suhtautuvat siirtymään myönteisesti tai neutraalisti, mutta joiden etenemistä hidastavat asenteisiin ja käytännön tekijöihin liittyvät esteet. Ruokavaliomuutos etenee todennäköisimmin asteittain ja useita eri reittejä pitkin. Kaikille kuluttajille realistisin vaihtoehto ei ole nopea siirtymä kasvipainotteiseen ruokaan,

vaan muutos voi alkaa esimerkiksi lihan annoskokojen pienentämisestä, punaisen lihan korvaamisesta tai hybridituotteiden käytöstä.

Ruokavaliomuutosten edistäminen edellyttää ennen kaikkea arjen ruokaympäristöjen muuttamista. Koska ruokavalinnat tehdään useimmiten tottumusten, saatavuuden, hinnan, tuttuuden ja sosiaalisten käytäntöjen ohjaamina, tehokkaimmat interventiot kohdistuvat valintaympäristön rakenteelliseen muokkaamiseen. Ruokavaliomuutosta ei siten voida tukea pelkästään tietoa lisäämällä. Muutoksen kannalta keskeistä on, että terveelliset ja kestävämmät valinnat eivät näyttäydy kuluttajille poikkeuksellisina tai vaikeina, vaan ne nivoutuvat osaksi tavallista arkea.

Tulevaisuuden ruokavaliomuutokset haastavat koko ruokajärjestelmää kehittymään. Kestäviä ja terveyttä edistäviä ruokavaliota voidaan edistää uudistamalla maatalouspolitiikkaa, hyödyntämällä taloudellisia ohjauskeinoja sekä kehittämällä julkisia hankintoja ja ruokapalveluja (Valtion ravitsemusneuvottelukunta ja Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2026). Elintarviketeollisuus ja kauppa vaikuttavat tarjontaan, tuotekehitykseen, hinnoitteluun ja tuotteiden näkyvyyteen. Samalla tarvitaan panostuksia koulutukseen, viestintään ja tutkimukseen sekä toimia, joilla väestön arkinen ruokaympäristö tukee terveellisiä valintoja. Kuluttajien valinnat syntyvät näiden rakenteiden puitteissa. Siksi ruokamurros vaatii huolellista suunnittelua ja oikeudenmukaisia ratkaisuja kaikille kuluttajille ja ruokajärjestelmän toimijoille.

4. SOLUMAATALOUDEN MAHDOLLISUUDET JA KEHITYSNÄKYMÄT

Henrik Wejberg, Heikki Lehtonen & Jyri Seppälä

Tässä raportissa käytetään sanaa solumaatalous kattoterminä taulukossa 4.1 selitetyille termeille. Solumaatalous tarkoittaa näiden menetelmien käyttöä ruoan tuottamiseksi joko ihmisille tai eläimille. Solumaataloudella voi tutkimusten perusteella olla massiivinen potentiaali vähentää ruoantuotannon ympäristövaikutuksia (El Wali ym., 2024; Mazac ym., 2022). Eläinperäisten tuotteiden korvaaminen solumaataloudella voisi vapauttaa kymmeniä prosenttiyksikköjä maapallon asumiskelpoisesta pinta-alasta muuhun käyttöön (Pohjolainen ym., 2023). Ympäristöhyödyistä erityisesti kasvihuonekaasujen vähentyminen kuitenkin vaatii, että tuotantoprosessissa käytetään päästötöntä energiaa (Orsini ym., 2026; Rana ym., 2026).

Taulukko 4.1. Solumaatalouteen liittyviä määritelmiä.

Soluviljelykirjallisuudessa käytetty termi	Kuvaus laajemmin bioprosessitekniikassa ja mikrobiologiassa käytettyjen termien avulla
Fermentaatio	Biologinen aineenvaihduntaprosessi, joka tapahtuu hapettomissa oloissa ja tuottaa lopputuotteena esimerkiksi orgaanisia happoja ja alkoholeja. Käytetty runsaasti perinteisessä elintarviketuotannossa turvallisuuden vuoksi.
Biomassafermentaatio	Hapellisissa tai hapettomissa oloissa tehty mikrobisolukon kasvatus, joka tähtää lopputuotteeseen, joka koostuu mikrobisoluista ja näiden primaariaineenvaihduntatuotteista.
Tarkkuusfermentaatio	Hapellisissa tai hapettomissa oloissa tehty soluviljely, jonka lopputuotteena on solujen sijasta niiden sekundaariaineenvaihduntatuote, joka puhdistetaan erilleen kasvatusmateriaalista ja solukosta.
Soluviljelty liha	Eläinkudosta, jota on viljelty bioreaktorissa yksittäisistä soluista. Sisältää useimmiten myös kantoaineen, joka muodostaa rakenteen.
Soluviljelty kananmuna	Geenimuunnellulla bakteeri- tai sieniviljelmällä tuotettu kananmunaproteiinien seos, useimmiten puhdistettua ovalbumiini-proteiinia.
Soluviljelty "maito" (säädelty termi)	Geenimuunneltujen bakteerien, sienten tai eläinsolujen avulla tuotettujen maitokomponenttien seos (yleisimmin tuotettu komponentti kaseiini).

Jotta solumaatalous yleistyisi, täytyy sen toteuttaa vähintään kaksi ehtoa. Solumaatalouden tuotteille täytyy olla tarpeeksi kysyntää ja tarjonnan täytyy olla tarpeeksi edullista pystyäkseen kilpailemaan

eläinperäisten tuotteiden kanssa. Pohjolainen ym. (2023) kysyi kuluttajilta, kuinka mielellään he voisivat käyttää sieniproteiinia, soluviljeltyä lihaa tai soluviljeltyä maitoa. Sieniproteiinia käyttäisi erittäin tai melko mielellään 25 %, soluviljeltyä lihaa 19 % ja soluviljeltyä maitoa 14 %. Ei osaa sanoa -vastausten osuus oli samoissa vaihtoehdoissa 27 %, 21 % ja 25 %. Vaikka kysyntä kuulostaa vähäiseltä, olennaista on riittääkö kysynnän laajuus kannattavaan tuotantoon. Jos tuotanto alkaa kannattamaan ja solumaatalous yleistyy, on perusteltua olettaa yhä useampien kiinnostuvan tuotteiden kuluttamisesta. (Bry-Chevalier, 2026)

Tuotannon kasvun välttämätön ehto kuitenkin on tarpeeksi matalat tuotantokustannukset. Jos hinnat jäävät moninkertaisiksi verrattuna eläinperäisiin tuotteisiin, vaatisi solumaatalouden suhteellisen kannattavuuden parantuminen esimerkiksi nykyisen maataloustuotannon negatiivisten ulkoisvaikutusten hinnoittelua. Mikäli solumaatalous olisi kannattavaa ja maatalouteen kohdistuisi hiilivero, tapahtuisi muutos kuluttajienkin toimesta todennäköisesti paljon nopeammin. (Roxburgh ym., 2025)

Koska halukkaita kuluttajia kokeilemaan erilaisia solumaatalouden tuotteita on jo todennäköisesti tarpeeksi, keskitytään tässä raportissa arvioimaan sitä, voisiko solumaatalous tulevaisuudessa olla hinnoiltaan kilpailukykyistä verrattuna eläinperäisiin tuotteisiin. Tämä on olennaista, jotta voidaan arvioida, kuinka suuren osuuden nykyisistä ruokavalioista solumaatalous voisi korvata. Mikäli solumaatalous on kustannuksiltaan kilpailukykyistä ja tuottaa huomattavasti pienemmät päästöt kuin eläinperäinen tuotanto, voivat ruokajärjestelmän aiheuttamat ympäristöpaineet vähentyä merkittävästi.

Aluksi käydään läpi aiemmat kotimaiset arviot solumaatalouden osuuksista ruokavalioissa. Tämän jälkeen käydään läpi markkinan nykyinen tilanne ja miltä solumaatalouden yleistymisen vaikuttaa.

4.1 ARVIOT SOLUMAATALOUDEN YLEISTYMISESTÄ

Solumaatalouden yleistymisestä on Suomessa tehty kahdessa eri raportissa skenaarioita (Koljonen ym. 2025; Pohjolainen ym. 2023). Tässä raportissa käsitellään lyhyesti kyseisten skenaarioiden arviot solumaatalouden yleistymisestä ja haasteista. Tämän jälkeen niitä verrataan toimialan viimeisimpään kehitykseen, jota arvioidaan tieteellisten artikkelien ja ei-tieteellisten toimijoiden viestinnän perusteella.

4.1.1 Sitran arvio solumaatalouden yleistymisestä vuoteen 2050 mennessä

Sitran selvityksessä solumaatalouden yleistymistä arvioitiin skenaarioiden perusteella. Näitä skenaarioita oli kolme: kriisistä perinteisiin, vahvan ruokapolitiikan Suomi ja Maailmanlaajuinen valtapeli (Pohjolainen ym. 2023). Solumaatalouden yleistymisen erosi skenaarioissa merkittävästi. Pessimistisimmässä skenaariossa solulihaa kulutettaisiin vain 10 % kaikesta lihasta vuoteen 2050 mennessä (taulukko 4.2.). Optimistisimmassa puolelta kulutetusta lihasta olisi solumaatalouden avulla tuotettua.

Maitosektorilla muutos oletettiin pienemmäksi (taulukko 4.3.). Kasvipohjaisten maitojen osuus olisi suurempi; jokaisessa skenaariossa vähintään puolet kulutetusta maidosta olisi kasvipohjaisia. Solumaatalouden avulla tuotettu maito vaihtelisi 5–25 % välillä. Tämä vaikuttaa äkkiseltään aliarviolta. Solumaidon tuotantokustannukset ovat todennäköisesti huomattavasti pienemmät kuin solulihalla ja tuotantoprosessi yksinkertaisempi, jolloin olisi todennäköisempää, että solumaidon osuus kulutetusta maidosta olisi suurempi kuin lihatuotteissa.

Taulukko 4.2. Lihasektorin kulutuksen painopisteet vuonna 2050 eri murrospoluissa (Pohjolainen ym. 2023).

Skenaario	Eläinperäiset lihatuotteet	Kasvipohjaiset vaihtoehdot lihatuotteille	Solumaatalouden vaihtoehdot lihatuotteille
Maailmanlaajuinen valtapeli	5 %	45 %	50 %
Vahvan ruokapolitiikan Suomi	25 %	45 %	30 %
Kriisistä perinteisiin	45 %	45 %	10 %

'Kriisistä perinteisiin'-murrospolussa eläinperäistä tuotantoa on reilusti. Erityisen paljon on nautakarjatuotteita ja jonkin verran sianlihaa. Kasvipohjaisissa painottuu jo Suomessa viljelyksessä olevat proteiininlähteet, kuten herne. Solumaatalous on pienimuotoista. 'Vahvan ruokapolitiikan Suomi' -murrospolussa tuotetaan kohtalaisesti nautakarjatuotteita ja paljon broileria. Kasvipohjaista tuotantoa on monipuolisesti. Solumaatalouden osuus on kohtalainen. 'Maailmanlaajuisessa valtapelissä' solumaatalouden toimijat ovat globaaleja suuryrityksiä ja solumaatalouden vaihtoehdot lihatuotteille muodostaa enemmistön kulutetusta lihasta. Kasvipohjaiset tuotteet ovat pitkälle prosessoituja.

Taulukko 4.3. Maitosektorin kulutuksen painopisteet vuonna 2050 eri murrospoluissa (Pohjolainen ym. 2023).

Skenaario	Eläinperäiset lihatuotteet	Kasvipohjaiset vaihtoehdot lihatuotteille	Solumaatalouden vaihtoehdot lihatuotteille
Maailmanlaajuinen valtapeli	15 %	60 %	25 %
Vahvan ruokapolitiikan Suomi	30 %	55 %	15 %
Kriisistä perinteisiin	45 %	50 %	5 %

Maailmanlaajuisessa valtapelissä liki kaikki eläinperäiset maito- ja lihatuotteet oli korvattu, kun taas kriisistä perinteisiin skenaariossa solumaatalouden markkinaosuus oli 5–10 %. Ympäristön, ilmaston ja erityisesti maankäytön kannalta vaihteluväli on valtava. Verrattuna nykyisin maidon- ja lihantuotantoon käytettävästä maatalousmaasta, vähentäisi Kriisistä perinteisiin -murrospolku tätä alaa 35 %, Vahvan ruokapolitiikan Suomi -murrospolku 60 % ja Maailmanlaajuinen valtapeli- murrospolku 75 %. Suomen maatalouden kokonaispäästöt on n. 16 Mt, joten tällainen maankäytön vähentyminen voisi laskea päästöt murto-osaan aiemmasta. Päästöjen merkittävä vähentyminen vaatisi kuitenkin sitä, että turvepellot kuuluisivat kokonaisuudessaan poistuvaan viljelyalaan sekä sitä, että solumaatalouden tuotantoprosesseissa käytettävä energia olisi päästötöntä.

4.1.2 KEITO-LTS skenaarioiden arviot

Kansallisen energia- ja ilmastopolitiikan uudet toimet ja skenaariot (KEITO) ja Long Term Strategy (LTS) työssä luotiin neljä skenaariota. Näitä oli Suomi edellä (FIN), Markkinat edellä (BIZ), Yhteiskunta edellä

(PPL) ja Ympäristö edellä (ENV). (Koljonen ym. 2025) Koska tässä työssä on kyse solumaataloudesta, käydään pelkästään skenaarioissa oletetut solumaatalouden tuotanto-osuudet läpi.

Taulukko 4.4. KEITO-LTS skenaarioiden arviot soluviljeltyjen tuotteiden osuudesta kulutuksesta eri tuoteryhmissä vuoteen 2055.

Korvattava elintarvike	FIN	BIZ	PPL	ENV
Kananmunat	-	50 %	25 %	-
Nauta		25 %	15 %	
Sika	-	35 %	20 %	-
Siipikarja		40 %	25 %	
Maitotuotteet	-	25 %	15 %	-

KEITO-LTS-skenaarioissa maatalouden päästökehitys eroaa huomattavasti skenaarioiden välillä. FIN-skenaariossa maatalouden päästöt taakanjakosektorilla laskevat vuoden 2023 lähtötilanteesta 6,20 tasolle 6,05 Mt CO₂ ekv. vuonna 2055. ENV-skenaariossa päästöt laskevat lähtötilanteesta tasolle 4,20 Mt CO₂ ekv. BIZ-skenaariossa päästöt ovat vuonna 2055 4,83 Mt CO₂ ekv. PPL-skenaariossa taakanjakosektorin päästöt ovat kaikista pienimmät, 3,66 Mt CO₂ ekv. vuonna 2055. ENV-skenaariossa maatalousmaiden päästöt ovat alhaisimmat kaikista skenaarioista. Tämä selittää osittain, miksi tässä skenaariossa on toiseksi alhaisimmat päästöt, vaikka solumaatalous ei ole siinä mukana. PPL-skenaariossa sekä ruuansulatuksen että lannankäsittelyn päästöt ovat kaikista pienimmät.

KEITO-LTS skenaarioissa on huomioitu kananmunat, toisin kuin Sitran raportissa. On jossain määrin epävarmaa, milloin suuren mittakaavan kananmunanvalkuaisen tuotanto voitaisiin saavuttaa jo nykyisillä keinoilla. Eräät yritykset antavat raporteissaan ymmärtää, että tämä olisi mahdollista (Onego Bio 2025). Tarkkuusfermentointi mahdollistaa erittäin puhtaan ja ympäristötehokkaan valkuaisen tuottamisen, ja yritys lähteet kuvaavat sen olevan teoriassa skaalautuvaa (Onego Bio 2025). Luvut ympäristövaikutukset verrattuna perinteiseen kananmunantuotantoon ovat huomattavan suuria: ympäristövaikutusten prosenttivähennykset (kasvihuonekaasut -89 %, maa-alan tarve -95 %, veden tarve -87 %).

Viimeaikainen vertaisarvioitu kirjallisuus tekee kuitenkin selväksi, että laajan mittakaavan saavuttaminen ennestään pienessä mittakaavassa toimivan keinotekoisien kananmunanvalkuaisen tuotannon pohjalta vaatii vielä kehitystyötä ja eräiden esteiden ja ongelmien ratkaisua (Beck ym. 2025). Toisin sanoen todellinen suurmittakaavainen tuotanto ei vielä ole teknisesti ja taloudellisesti saavutettu. Se saattaa kuitenkin olla vain ajan kysymys, etenkin jos keinotekoinen kananmunanvalkuainen saavuttaa laajan hyväksynnän mm. eläinten hyvinvointiin liittyvistä näkökulmista. Koska merkittävä osa kananmunista käytetään ruokateollisuudessa ainesosina moniin eri ruokiin ja leivonnaisiin kuluttajalle suoraan näkymättömässä muodossa, keinotekoinen kananmunanvalkuainen saattaa yleistyä nopeastikin, jos tuotannon tekniset ja taloudelliset haasteet saadaan ratkaistua. Itse tuotantoprosessi toimii jo hyvin, ainakin pienessä mittakaavassa.

KEITO-LTS-skenaarioissa solumaatalouden avulla tuotettujen kananmunien osuus oli 50 % BIZ-skenaariossa ja 25 % PPL-skenaariossa. Solumaatalouteen perustuvat maitotuotteet olivat BIZ ja

maailmanlaajuinen valtapeli skenaarioissa yhteneväiset. PPL skenaarion osuus taas oli yhteneväinen Vahvan ruokapolitiikan Suomi kanssa. Solumaatalouden vaihtoehdot lihatuotteille lihan tyyppin mukaan BIZ sijoittui Maailmanlaajuisen valtapelin ja Vahvan Ruokapolitiikan Suomen väliin. PPL skenaario sijoittui Vahvan ruokapolitiikan Suomi ja Kriisistä perinteiseen skenaarioiden väliin lihatyyppin mukaan.

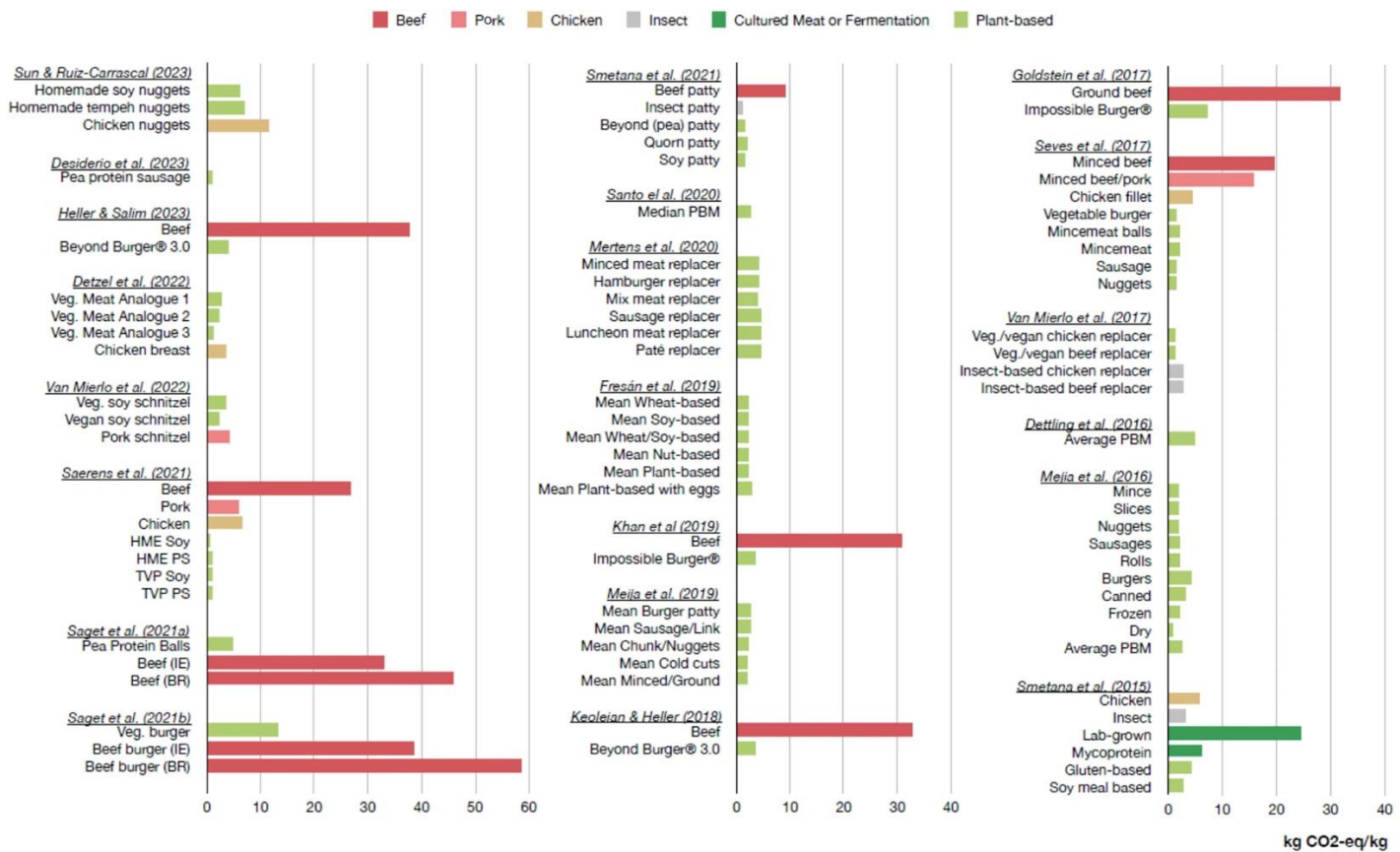
4.2 ILMASTO- JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET, SKAALAUTUVUUS JA HYVÄKSYTTÄVYYS

4.2.1 Ilmasto- ja ympäristövaikutukset

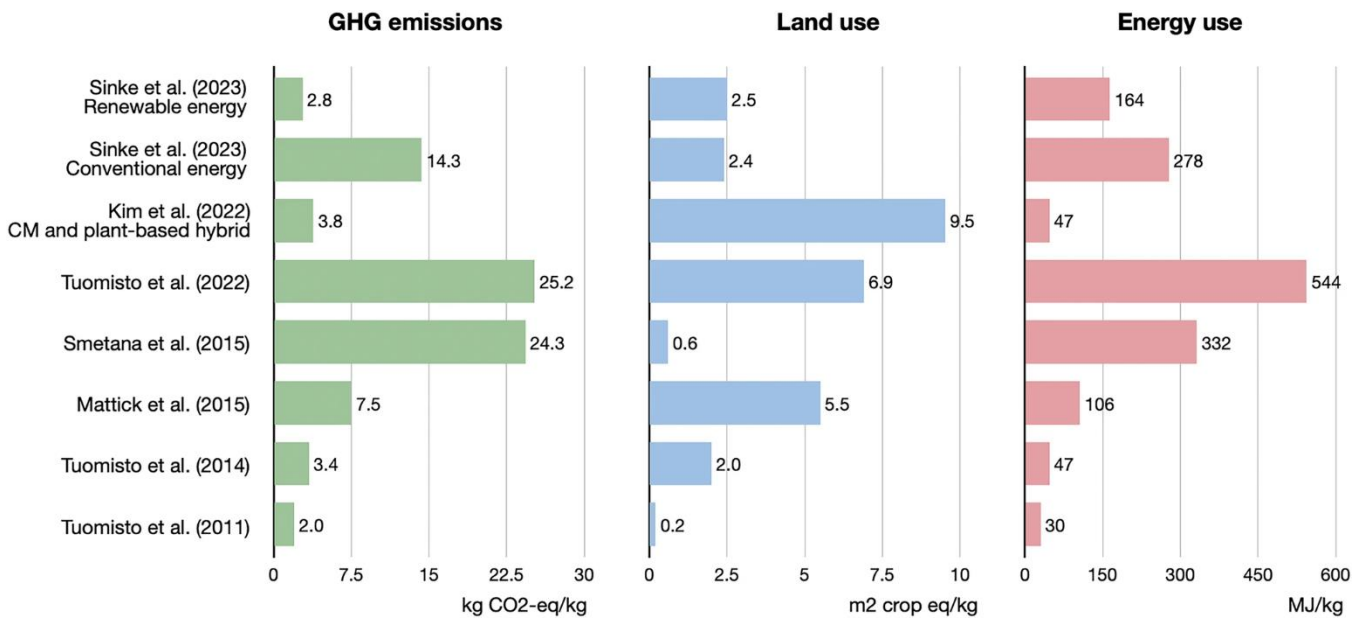
Bry-Chevalierin (2026) kartoittava katsaus -artikkeli käsittelee vaihtoehtoja eläinperäiselle lihalle. Katsaukseen sisältyy neljä muuta proteiinin lähdettä: kasviperäinen liha, soluliha, hyönteiset ja yksisoluiset proteiinit. Yksisoluisien proteiinien tapauksessa käsitellään vain lihankorvikkeita, ei esim. maidossa tai kananmunassa esiintyviä proteiineja. Kuvassa 4.1. on esitetty näiden vaihtoehtojen kasvihuonekaasupäästöt (khk-päästöt) verrattuna lihaan. Kasviperäinen liha on selvästi vähäpäästöisempää kuin naudanliha ja useasti myös sian tai kananlihaa vähäpäästöisempää. Soluliha on lähteestä riippuen joko lähellä naudanlihan khk-päästöjä tai alle. Yksisoluiset proteiinit, kuten mykoproteiini, on selvästi naudanlihaa vähäpäästöisempää, mutta samalla tasolla sian- ja kananlihan kanssa. Yksisoluisista proteiineista on tosin vähän LCA-tutkimuksia. Suurin osa kuvassa olevista LCA-tutkimuksista ei huomionnut tuotantoon käytettävän maan vaihtoehtoiskustannusta käytössä, jossa se sijoitisi enemmän hiiltä kuin ruoantuotannossa. Tämä johtaa eläinperäisten tuotteiden päästöjen aliarviointiin, sillä maan vaihtoehtoiskustannus on keskimäärin 130 % verrattuna LCA-tutkimuksissa tarkasteltaviin tuotantopäästöihin. Hiilen vaihtoehtoiskustannuksen (Carbon opportunity cost) huomioiminen näin ollen parantaisi solumaatalouden sekä kasvislihan khk-päästöjä suhteessa eläinperäisiin tuotteisiin.

Kuvassa 4.2. on LCA-tuloksia nimenomaan solulihan tuotannosta. Khk-päästöt vaihtelevat välillä 2–25.2 kg CO₂ ekv./kg. Maankäyttö vaihtelee välillä 0.2–9.5 neliötä per kilo ja energiankäyttö välillä 30–544 MJ/kg. Arvot vaihtelevat paljon riippuen lähteestä. Koska solulihan tuotanto vaatii paljon energiaa, vaikuttaa energialähde huomattavasti päästöihin. Vaikka soluliha on näillä mittareilla parempi kuin eläinperäinen liha, katsauksessa oli esimerkkejä ympäristövaikutuksista, missä soluliha oli ihmisille haitallisempi. (Bry-Chevalier, 2026)

Kaikkien kartoittavassa katsauksessa olevien vaihtoehtojen khk-päästöt ovat pienemmät kuin lihan, pl. hyönteisten, jossa on epävarmuutta. Maankäyttö on selvästi pienempää kaikissa vaihtoehtoissa. Vedenkäyttö on kasvislihassa vähäisempää, solulihassa suurempaa ja hyönteisten tapauksessa näyttö on epävarmaa. Ainoastaan kasvislihassa energiankulutus on vähäisempää kuin eläinperäisessä, muiden vaihtoehtojen kuluttaessa enemmän energiaa. Rehevöityminen on myös kasvislihassa vähäisempää, näytön ollessa epävarmaa solulihassa ja hyönteisten tapauksessa. Yksisoluisien proteiinien vesistövaikutuksista ei ole tarpeeksi dataa, jotta sitä voitaisiin arvioida. Kontekstiriippuvaisuus on matalaa kasvislihassa, mikä tarkoittaa sitä, ettei tuotannon ympäristöystävällisyys riipu merkittävästi esim. tuotantoon käytettävästä energiasta tai muista raaka-aineista. Solulihan, yksisoluisien proteiinien ja hyönteisten tapauksessa oletuksilla on suurempi merkitys. Kasvislihassa data on luotettavaa, koska tuotantoketjuista löytyy empiriaa. Yksisoluproteiineissa dataa on vähän tai se on teoreettista, solulihan tapauksessa on pelkästään laboratorio- tai pilottiprojekteista saatua dataa. Ympäristön kannalta kasvislihan potentiaali on arvioitu korkeaksi, yksisoluproteiinien tapauksessa korkeaksi tai kohtalaiseksi sillä oletuksella, että tuotannossa käytetään vähähiilistä energiaa. Solulihan potentiaali on arvioitu kohtalaiseksi tuotantoprosessiin liittyvien suurien epävarmuuksien vuoksi ja hyönteisissä potentiaali on matala lauhkeassa ilmastossa. (Bry-Chevalier, 2026)



Kuva 4.1. Kasvihuonekaasupäästöt eri vaihtoehdoista eläinperäiselle lihalle. Lähde: Bry-Chevalier (2026).



Kuva 4.2. Arvioita solulihan khk-päästöistä, maankäytöstä sekä energiankäytöstä. Lähde: Bry-Chevalier (2026).

Ei Wali ym. (2024) ovat mallintaneet eri suuruisia siirtymiä nykyisestä maataloustuotannosta solumaatalouteen. Äärimmäisissä skenaarioissa kaikki eläinperäiset proteiinit korvattiin solumaatalouden menetelmin tuotetuilla proteiineilla. Skenaarioissa verrattiin, miten alkutuotannon energiatarpeet, vaadittu vihreä energia, kasvihuonekaasupäästöt, maankäyttö, fosforivirrat ja erinäisten kriittisten mineraalien tarve muuttuisi. Jos tuo äärimmäisen skenaarion siirtymä tehtäisiin vuoteen 2050 mennessä, olisi muutokset seuraavia:

- alkutuotannon energiatarve kasvaisi 69 % tuulivoiman tapauksessa (14,6 petawattituntia) ja 83 % aurinkovoiman (15,8 petawattituntia)
- kasvihuonekaasupäästöt vähenisivät 52 % (päästöt enää 7,4 gigatonnia CO₂ ekv. per vuosi 2050)
- maatalousmaasta vapautuisi 83 %
- fosforipäästöt vähentyisivät 51 %

Tällä hetkellä maatalousmaata on käytössä 48 miljoonaa neliökilometriä (Ritchie & Roser, 2019) 100 % solumaatalousskenaariossa viljelymaata tarvittaisiin vain 9,6 miljoonaa neliökilometriä. Mikäli verrataan nykyistä käyttöä Ei Wali ym. (2024) esittämään äärimmäiseen skenaarioon, vapautuisi viljelymaata muuhun käyttöön n. 38 miljoonaa neliökilometriä. Näiden maiden uusi käyttö, jossa hiilivarasto voisi olla maatalouskäyttöä korkeampi, ei huomioitu päästövähennyslaskelmissa hyötynä. Artikkelissa ei siis arvioitu erittäin merkittävää khk-päästökompontenttia. Mikäli käytetyt oletukset tuotantoprosessista pitäisivät paikkansa, olisi 52 % khk-päästövähennys aliarvio.

4.2.2 Potentiaalinen skaalautuminen

Bry-Chevalier (2026) arvioi vaihtoehtojen skaalautumista nykyisen markkinan kypsyydellä, teknisellä valmiudella, infrastruktuurivaatimuksilla, nykyisillä kustannuksilla ja mahdollisuudella laskea kustannuksia. Kasvislihalla kaikki kriteerit arvioitiin erittäin hyväksi, joten yleinen skaalautumispotentiaali arvioitiin korkeaksi. Yksisoluproteiineilla kaikki arvioitiin vastaavasti hyväksi. Esimerkkinä markkinoilla toimimisesta oli mykoproteiini, jota myydään laajalti ja on teknisesti toimiva. Power-to-food yksisoluproteiinien arvioitiin olevan pilottivaiheessa markkinan kypsyyden suhteen ja teknistä valmiutta ei ole vielä varmistettu. Myös kustannukset tulevaisuudessa arvioitiin epävarmoiksi. Skaalautumispotentiaali oli kohtalainen. Solulihan tapauksessa markkinan kypsyys arvioitiin erittäin ongelmalliseksi, tekninen valmius heikoksi, infrastruktuurivaatimukset erittäin ongelmallisiksi, kustannukset ja potentiaali vähentää niitä epävarmoiksi. Tämä johti matalaan skaalautumispotentiaaliin. Hyönteiset arvioitiin myös matalalle skaalautumispotentiaaliltaan.

4.2.3 Hyväksyttävyyys

Kasvisliha on hyväksyttävyydeltään selvästi paras vaihtoehto eläinperäiselle lihalle. Soluliha on selvästi vähemmän hyväksyttävämpää, mutta kuitenkin hyönteisiä korkeammalla. Yleisesti ikä, koulutus- ja tulotaso näyttävät korreloivan positiivisesti halukkuuden kanssa kokeilla vaihtoehtoja eläinperäiselle lihalle. Ympäristövaikutukset voivat kuitenkin jäädä pienemmiksi, sillä on näyttöä siitä, että kasvislihan kuluttajien ja solulihasta kiinnostuneet ovat paljolti samaa osajoukkoa. Solulihan yleistyminen voi näin ollen siirtää nykyisiä kasvislihan kuluttajia korkeampien päästöjen solulihan pariin, muttei merkittävästi vähennä eläinperäisen lihan kulutusta. Toisaalta on myös näyttöä siitä, että kuluttajien hyväksyntä vaihtoehtoisille lihoille kasvaa ajan saatossa. (Bry-Chevalier, 2026)

4.2.4 Yhteenveto

Kartoittavan katsauksen kokonaisarvio on esitelty kuvassa 4.3. Kasvisliha on eläinten hyvinvoinnin, ympäristövaikutusten ja skaalauksen suhteen korkealla potentiaalissa. Hyväksyttävyyden keskimääräistä tai korkeaa. Yksisoluproteiineissa eläinten hyvinvointi sekä ympäristövaikutukset ovat korkeita, tuotannon skaalautumisen ollessa keskitasoa-korkeaa ja hyväksyttävyyden keskitasoa. Soluliha on eläinten hyvinvoinnin suhteen korkean potentiaalisen tuote. Skaalautumisen potentiaali on matala, ympäristövaikutukset keskitasoa ja hyväksyttävyyden keskitasoa tai matala. Hyönteistuotannolla on selvästi alhaisimmat arviot jokaisella osa-alueella. (Bry-Chevalier, 2026)

Kartoittavan katsauksen perusteella aiemmat Suomessa tehdyt skenaariot ovat olleet liian optimistisia solulihan yleistymisen suhteen. Katsaus ei sisältänyt arviota maito- ja kananmunaproteiinien yleistymisestä.



Kuva 4.3. Vaihtoehtoisten proteiinien potentiaali liikennevaloilla mitattuna. Lähde: Bry-Chevalier (2026).

4.3 SOLUMAATALOUDEN TÄMÄN HETKEN KEHITYSNÄKYMÄT

Skenaarioiden toteutumisen todennäköisyyden arvioiminen on vaikeaa, koska yritykset eivät julkaise avoimesti kustannuksiin ja tuotannon kehitykseen liittyviä tietoja. Tämän takia tässä luvussa käydään läpi yleisellä tasolla erilaisten solumaataloustuotantotapojen saamaa rahoitusta sekä muutamia nykyisiä markkinatoimijoita.

4.3.1 Rahoitus

Tähän mennessä tarkkuusfermentoinnin parissa toimivat start up -yritykset ovat saaneet lievästi enemmän rahoitusta, noin 1,36 miljardia Yhdysvaltojen dollaria verrattuna solumaatalouteen, jossa rahoitusta on saatu 1,08 miljardia Yhdysvaltojen dollaria. Yksittäiset investoinnit ovat myös olleet tarkkuusfermentoinnissa korkeampia, jonka voi päätellä viestivän suuremmasta potentiaalista kannattavuuteen. Tarkkuusfermentointiin liittyvät patentit ovat myös olleet merkittävämpiä (Manzoki ym.

2025) Solumaatalouden rahoitus on yleisesti ollut selvässä laskusuunnassa vaihtoehtoisissa proteiini-investoinneissa (Mridul, 2026b). Erityisesti solulihaan tulleet investoinnit ovat pienentyneet. Fermentaatiopohjaisissa määrät ovat laskeneet, mutta selvästi vähemmän.

4.3.2 Soluviljelyn lihan kustannusten alentaminen ja nykyiset yritykset

Soluviljelyn lihan tuotantokustannuksien alentamisesta on julkaistu useita katsausartikkeleita (Goodwin ym., 2026; Gu ym., 2025; Manzoki ym., 2025; Su ym., 2026; Xie ym., 2026). Myös erilaisista tarkkuusfermentointipohjaisista raaka-aineista on lukuisia katsausartikkeleita (Beck ym., 2025; de Moura Campos ym., 2025; Kumar ym., 2026; Li ym., 2026; Pinheiro ym., 2026; Purba & Sangsawad, 2025; Yang ym., 2025). Kustannuksia voidaan molemmissa prosesseissa merkittävästi alentaa. Potentiaalisia kustannusvähennyksiä voidaan jaotella sen mukaan, paljonko kehitys vaatii pääomaa. Solutason prosesseja pystytään parantamaan verrattain matalilla kustannuksilla. Tuotantoprosesseihin tarvittaviin raaka-aineisiin pätee skaalaedut, eli mitä enemmän jotain tuotantopanosta tarvitaan, sitä pienemmäksi kyseisen panoksen yksikkökustannus tippuu tuotannon skaalautuessa. Eniten pääomaa vaativa osuus on itse tehtaiden rakentaminen. Esimerkkinä epäonnistuneesta skaalauksesta toimii Believer Meats, joka hankki liki 400 miljoonaa rahoitusta ja rakensi tehdasta Pohjois-Carolinaan. Tuotantoprosessi ei kuitenkaan ollut tarpeeksi valmis. (Watson, 2025d). Solulihaan etujärjestön Suzi Gerber väittää, että solulihaan viljely on siirtymässä toiseen vaiheeseen teollisuusalanana, jossa yritykset toimivat matalilla pääomakustannuksilla ja ketterillä operaatiokustannuksilla, tavoitteenaan saada tuotteet markkinoille pitkän strategian avulla eikä nopeasti ja yllättäen (Watson, 2025e). Käytännössä aiemmin saatua rahoitusta käytetään tuotantoprosessin kehitykseen sen sijaan, että pyrittäisiin rakentamaan mahdollisimman nopeasti isoja tuotantolaitoksia.

Solulihaan tapauksessa on lähempänä kannattavuutta olevia yrityksiä. Vow, joka valmistaa Japani- ja viiriäistuotteita sekä hanhenmaksaa, väitti huhtikuussa 2025 yrityksen olevan lähellä positiivista katetta per myyty tuote (Watson, 2025a). Meatly myy koiranruokaa, johon käytettävä kana on tuotettu soluviljelyllä (Watson, 2025b). Yritykset edustavat vastakkaisia strategioita. Vow pyrkii sektoreille, jossa kilohinnat ovat väkisin korkeita tai eläinperäisen tuotteen tuottamista pidetään poikkeuksellisen epäeettisenä. Meatly taas pyrkii mahdollisimman pieniin kustannuksiin ja tuotteeseen, jonka asiakkaat eivät ole niin tarkkoja kanan rakenteesta. Sijoitusyhtiö Lever VC väittää, että solulihaan kustannukset olisivat selvästi laskeneet yleisesti (Report, 2025). Kaikissa käytetyissä lähteissä pitää huomioida, että yrityksillä on tietenkin kannustin todeta asioiden menevän hyvin ja edistyvän, joten ne viestivät sen mukaisesti.

4.3.3 Tarkkuusfermentointi

Verrattuna solulihaan tuotantoon, on tarkkuusfermentointi selvästi pidemmällä. Israelissa Remilkin soluviljelyn avulla tehty maito on jo yleisesti myynnissä (Watson, 2025c). Yrityksen teknologiajohtaja väittää, että myydyt tuotteet olisivat katteeltaan kannattavia. Uusia tuotteita on myös suunnitteilla (Weekly, 2025). Remilkillä on pysyvä kilpailuetu verrattuna lehmänmaitoon uskonnollisista syistä, sillä juutalaiset voivat juoda Remilkin maitoa välittömästi lihan syömisen jälkeen. Latalaisen Amerikan suuri sokerintuottaja Magdalena suunnittelee 650 000 litran tarkkuusfermentointilaitosta Guatemalaan. Tarkoituksena on hyödyntää sokerin valmistuksen sivuvirtana tulevaa hiivaa ravintoaineiden tuottamiseksi eläinten rehuksi, vesiviljelyyn ja kotieläinten ruuaksi. Tämä käytännössä hajauttaa yrityksen riskejä, sillä sokerin hinnat vaihtelevat selvästi. Mikäli sivuvirtoja voidaan käyttää muuhun tuotantoon, voidaan tätä raaka-ainetta käyttää hajauttamiseksi. Pitkällä aikavälillä tavoite on myös tuottaa ihmisravintoa sivuvirroista. (Watson, 2026d) Unibio suunnittelee kaasufermentointiin perustuvaa yksisoluproteiinien tuotantolaitosta Saudi Arabiaan, joka on kiinnostunut tuotannosta ruokaturvасыistä. Lopputuote menisi aluksi kotieläinten rehuksi. (Watson, 2026f)

The Every Company on jo saanut kananmunavalkuaisensa myyntiin Yhdysvalloissa. Ravintoarvoiltaan tarkkuusfermentoinnilla tehty tuote on lievästi parempi. Suomalaisomisteinen Onego Bio litigoi The Every Companya, syyttäen sitä patenttirikkomuksista. Yritykset keskustelivat aiemmin yhdistymisestä. The Every Company keräsi joulukuussa 2025 55 miljoonaa dollaria uutta rahoitusta. (Mridul, 2026c) Heraproteiini beta-lactoglobulina (BLG) tuottava Verley myös keräsi 38 miljoonaa dollaria rahoitusta Yhdysvaltojen markkinoille tuloon. Yrityksen tehokkuusnumerot ovat väitetyesti parantuneet nopeammin kuin oli suunniteltu, mikä mahdollisti rahoituksen saamisen. Superbrewed Foodin SB1 on postbioottinen proteiini, jota Saksalainen Döhler alkaa valmistamaan teollisessa mittakaavassa Euroopassa. Tuotteen avulla voidaan korvata esimerkiksi heraa erilaisissa tuotteissa. Rakenne on myös sellainen, että esimerkiksi proteiinijuomiin on mahdollista laittaa aiempaa enemmän proteiinia ilman että rakenteesta tulee liian karkea. (Watson, 2026b)

4.3.4 Kiina

Kiinassa ZhongGu -niminen yritys on rakennuttamassa Länsi-Kiinaan sienirihmastoja tarkkuusfermentoinnilla tuottavan tehtaan. Tavoitteena on myydä sienirihmastosta jalostettuja tuotteita sekä suoraan kuluttajille että myös yrityksille. Sienirihmastolla voidaan tuottaa lisäarvoa tuotteisiin, joita kulutetaan määrinä paljon. Esimerkiksi keksien, leivän, juomien ja nuudeliin ravintoarvoja voidaan parantaa lisäämällä jauhettua sienirihmastoja resepteihin. (Watson, 2026c) Kiina on alkanut panostamaan kansallisesti bioreaktorien teknologiseen kehitykseen (Huling, 2026; Kley, 2026). Kiina on viime vuosina patentoinut eniten solulihaan liittyviä keksintöjä. Monet patentin hakijat ovat olleet julkisia toimijoita. (The Good Food Institute APAC, 2025) Shanghain kaupungilla on myös oma toimintasuunnitelma uusien ruoka-aineiden tuotannossa (Mridul, 2026a). Kiinassa startup nimeltä Joes Future Food sai vuoden 2025 lopulla valmiiksi solulihatehtaan, joka on erikoistunut sianlihaan. (Mridul, 2025b) Pelkästään länsimaisen riskipääoman sijoitusmäärät solulihaan tuotantoon ja ylipäättään solumaatalouteen näyttäisivät aliarvioivan toimialaan kohdistuvan tutkimuksen ja pääoman määrän globaalilla tasolla.

Vaikka solumaatalouteen perustuvan ruoantuotannon rahoitus on pääomamarkkinoilla viime vuosina laskenut, on Kiinassa kansallisia suunnitelmia tuotantoedellytysten pitkäjänteiselle kehittämiselle. Useat toimijat Kiinassa ovat julkisia, jolloin niiden ei tarvitse osoittaa välitöntä kannattavuutta.

4.3.5 Bioreaktorit

Yhdysvaltalainen Pow.Bio ja Sveitsiläinen Buhler Group hyödyntävät AI:ta optimaalisten kasvatusolosuhteiden löytämiseen tarkkuusfermentoinnissa. (Mridul, 2025a) California Cultured on kehittänyt muovisen bioreaktorin, jonka pitäisi kestää tuhansia tuotantosyklejä. Hinta on n. kolme tuhatta dollaria, uuden 2000-litran teräksisen bioreaktorin arvioidaan maksavan 0,5–1 miljoonaa dollaria. Muovista bioreaktoria on käytetty suklaan kasvattamiseen. (Watson, 2026e) Japanilainen IntegriCulture tuottaa kosmetiikkaa, tekee tutkimusta toimeksiantoina muille tarkkuusfermentointia hyödyntäville yrityksille sekä kehittää CulNet-nimistä systeemiä. Yritys on voitollinen. (Watson, 2026a)

4.3.6 Soluliha vs. yksisoluiset proteiinit

Kun aiemmissa kotimaisissa selvityksissä tehtyjä skenaarioita verrataan kartoittavaan katsaukseen, yritysten rahoitukseen, patentteihin ja myyntilukuihin, näyttää ilmeiseltä, että tarkkuusfermentoidut proteiinit ovat eri soluviljelyn muodoista pisimmällä teknologian tason ja taloudellisen valmiuden suhteen. Tarkkuusfermentoinnilla on mahdollista parantaa kasvislihan eli lihaa jäljittelevien kasviproteiinituotteiden makua, mutta on hyvin mahdollista, että kuluttajajoukko on paljolti päällekkäinen, eli sisältäisi paitsi ennestään vähän kasvipohjaisia proteiineja syöviä, että niitä

ennestään paljon syöviä kuluttajia, jolloin kasvislihatuotteet saavuttaisivat vain osin uusia kuluttajia. Tällöin nykyiset kasvispohjaisten lihaa jäljittelevien tuotteiden kuluttajat siirtyvät syömään jonkin verran solulihaa sisältäviä tuotteita, kasvattaen samalla ruokavalionsa päästöjä.

Aiheesta on kuitenkin vaikea saada varmaa tietoa, sillä yritykset eivät julkaise tarkkoja tietoja kehittämistään tuotantoprosesseista. Tämä voi johtua liikesalaisuuksista tai siitä, ettei kehitys edisty tarpeeksi hyvin, minkä esille tuominen johtaisi vaikeuksiin rahoituksen suhteen. Tämän perusteella kansallisesti tehdyissä skenaarioissa soluliha ja yksisoluiset proteiinit ovat olleet liian lähellä toisiaan kulutusosuuksilla mitattuina ja realistisempaa olisi olettaa, että solulihan osuus lähivuosien ja vuosikymmenten solumaatalouden laajentumisessa jäisi selvästi pienemmäksi kuin yksisoluisien proteiinien.

4.4 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Solumaatalous tarjoaa mahdollisuuden vähentää radikaalisti ruokavalioiden päästöjä teknologian keinoin. Solumaatalous kasvattaisi alkutuotannossa energiantarvetta hyvin paljon, mutta uudet tuotteet on mahdollista valmistaa uusiutuvalla energialla. Samalla nykyisestä maataloudesta vapautuisi merkittäviä määriä peltoalaa muuhun käyttöön. Tämä mahdollistaisi maaekosysteemien hiilinielun merkittävän kasvattamisen, koska maapallon elinkelpoisesta pinta-alasta liki puolet on maatalouden käytössä. Maatalouden ilmasto- ja ympäristövaikutusten vähentämisen lisäksi solumaatalous on yksi tärkeä keino turvata globaalia ruokahuoltoa tulevaisuuden muuttuvassa ilmastossa. Samalla se tarjoaa valtavan potentiaalin uusille liiketoimintamahdollisuuksille.

Solumaatalous on vielä kehitysvaiheessa, ja sen tuotteiden markkinoiden syntymiselle on olennaista kuluttajien hyväksyntä. Mikäli kuluttajat eivät muuta tottumuksiaan nykyisellä ohjauksella ja solumaatalous ei lyö itseään läpi riittävän nopeasti, solumaatalouden tuotteiden kysyntää voitaisiin vauhdittaa verottamalla ruokaa päästöjen perusteella. Tämä vastaisi ympäristötaloustieteen first best policy -periaatetta, jossa saastuttaja maksaa.

Tehty kirjallisuuskatsaus osoittaa, että perinteisen maatalouden ja sen pellonkäytön ja ravinnekiertojen kanssa symbiooseja eli molempia hyödyttäviä toimintamalleja on tutkittu ja toimintamalleja kuvattu varsin rajallisesti. Tälle tutkimukselle olisi kuitenkin tarvetta, koska soluviljely, mukaan luettuna esimerkiksi elintarviketeollisuuden sivuvirtoja käyttävä tarkkuusfermentointi tarvitsee ravinteita ja ravinnekiertoja, sekä vettä, energiaa ja pääomainvestointeja. Mahdollisia yhteistyö- ja toimintamalleja voisi olla tarpeen selvittää ja tutkia, koska se voisi olla mahdollisuus esim. kotieläintaloudesta luopuvilla maataloille, joilla on usein vahva kokemus ja osaaminen elintarviketurvallisuuden, ravinnekierron ja peltojen hiiliviljelyn käytännöissä. Solumaatalouden yleistymisen nykyistä maataloutta korvaten tai täydentäen mahdollistaisi sääolosuhteista riippumattomamman ja toimintavarmemman ilmasto- ja ympäristökestävä ruoantuotannon.

5. ELINTARVIKETEOLLISUUDEN ILMASTOTAVOITTEITA JA KEHITYSSUUNTIA

Csaba Jansik & Heikki Lehtonen

Maatalous ja elintarviketeollisuus ovat vahvassa riippuvuussuhteessa keskenään. Elintarviketuotteiden hiilijalanjälki muodostuu suurimmaksi osaksi maataloudessa (Poore & Nemecek 2018), joka toimittaa elintarvikkeiden keskeisimmät raaka-aineet. Elintarviketeollisuus puolestaan pyrkii varmistamaan laadukkaiden raaka-aineiden riittävän ja kohtuuhintaisen saannin, ja pyrkii myös vakuuttamaan kaupan ja kuluttajat tuotteiden kestävästä tuotantotavasta ilmastovaikutukset mukaan lukien.

Elintarvikeketjun teollisuusyritykset jalostavat maatalouden raaka-aineita puolivalmisteiksi tai kuluttajatuotteiksi eli elintarvikkeiksi ja juomiksi. Yrityskohtaisten päästölaskelmien logiikan mukaisesti elintarvikeyritykset ovat vastuussa oman toimintansa, omien prosessiensa sekä hankkimiansa tavaroiden ja palveluiden aiheuttamien päästöjen hallinnasta.

Yritysten kasvihuonekaasupäästöjen raportointi perustuu globaaliin Greenhouse Gas Protocol – standardiin (WRI&WBCSD 2004). Päästöt jaetaan kolmeen eri ryhmään: Scope 1 – suorat päästöt, Scope 2 – ostetun energian epäsuorat päästöt ja Scope 3 – muut epäsuorat päästöt koko arvoketjussa.

Taulukko 5.1. Yritysten kasvihuonekaasupäästöjen raportointi luokittain Greenhouse Gas Protocol -standardin mukaan.

Scope 1: Suorat päästöt	Scope 2: Ostetun energian epäsuorat päästöt	Scope 3: Muut epäsuorat päästöt koko arvoketjussa
Yrityksen omista tai hallinnoimista lähteistä syntyvät päästöt, kuten omien tuotantolaitosten energiankäyttö (polttoöljy, maakaasu), yrityksen oman kuljetuskaluston polttoaineet tai prosessipäästöt (esim. fermentointi, jäähdytysainevuodot).	Yrityksen ostamasta sähköstä, lämmöstä, jäähdytyksestä tai höyrystä syntyvät päästöt. Tähän kuuluu myös varastointitilojen kylmäketjun energiankulutus, jos energia ostetaan ulkopuolelta.	Kaikki epäsuorat päästöt, jotka syntyvät yrityksen oman toiminnan ulkopuolella sekä arvoketjun alku- että loppuvaiheissa. Tyypillisesti elintarvikeyrityksillä Scope 3 -päästöt muodostavat 80–95 % kokonaispäästöistä. Scope 3 sisältää 15 kategoriaa, joista tärkeimpiä elintarvikealalla ovat raaka-aineiden tuotanto (maito, liha, vilja, öljykasvit jne.), muut ostetut tuotteet ja palvelut, logistiikka ennen yritystä ja yrityksen jälkeen (upstream ja downstream), pakkausmateriaalit, jätteet ja ruokahävikki, käyttövaiheen päästöt, myytyjen tuotteiden loppukäsittely sekä työntekijöiden matkat.

Science Based Targets initiative (SBTi) perustettiin vuonna 2015 neljän organisaation, CDP:n (Carbon Disclosure Project), YK:n Global Compactin, WRI:n (World Resources Institute) ja WWF:n (World Wide Fund for Nature, alun perin World Wildlife Fund), yhteisestä aloitteesta (SBTi 2026a). SBTi-aloitteen puitteissa on kehitetty Pariisin ilmastopöytäkirjan kanssa linjassa olevia, tieteeseen perustuvia ilmastotavoitteita, jotka ovat sovellettavissa yrityksille eri sektoreilla. SBTi on päästövähennystavoitteiden kansainvälinen standardi, se on globaali ja kaikille yhteismitallinen

järjestelmä. Siinä luodaan suunnitelma, määritellään ja hyväksytään tavoitteet ja niiden toteutumista seurataan säännöllisesti, yleensä vuosittain.

Vuoden 2026 alussa SBTi-hyväksynnän saaneiden yritysten lukumäärä ylitti kymmenentuhatta. Mukana on maailman johtavia yrityksiä, jotka kattavat lähes kaikki tärkeimmät toimialat ja alueet sekä eri yrityskoot, ja ne edustavat yhteensä yli 40 % maailman markkina-arvosta (SBTi 2026b).

Elintarvikeyrityksissä kasvihuonekaasupäästöt lasketaan ja mitataan protokollan mukaisesti, ja niiden vähentämiseksi asetetaan SBTi:n mukaisia ja hyväksymiä tavoitteita eri ajanjaksoille. Lyhyen aikavälin tavoitteet ulottuvat 5–10 vuodelle, pitkän aikavälin tavoitteet yleensä vuoteen 2050 asti.

5.1 MAATALOUDEN PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISMAHDOLLISUUDET JA ELINTARVIKETEOLLISUUS

5.1.1 Elintarvikeyritysten Scope 3 -päästöt

Yritykset raportoivat päästöjään GHG-protokollan mukaisesti Scope 1, Scope 2 ja Scope 3 -kategorioissa. Lähes poikkeuksetta kaikilla elintarvikeyrityksillä – niin kansainvälisesti kuin Suomessakin – Scope 3 -kategorian sisällä yli 90 % päästöistä syntyy raaka-aineiden tuotannossa. Tästä syystä maatalouden päästövähennystoimenpiteet ovat elintarvikeyritysten päästötavoitteiden näkökulmasta avainasemassa.

Vaikutusmahdollisuudet maatalojen päästöihin vaihtelevat kuitenkin suuresti yritysten välillä ja myös eri arvoketjuissa. Yritykset ovat karkeasti jaettavissa kolmeen ryhmään raaka-aineen hankintamekanismien ja arvoketjun rakenteiden pohjalta:

1. Tuottajaomisteiset vertikaaliset integraatiot.

Maatalousyrittäjien osuuskunnat omistavat merkittävää jalostuskapasiteettia Suomen suurimmissa arvoketjuissa, kuten maito- ja lihaketjuissa. Suurimmat yritysesimerkit ovat Valio, Atria ja HKFoods, mutta myös pienemmät osuuskuntapohjaiset meijeriyritykset lukeutuvat tähän kategoriaan. On myös muita aloja, joilla viljelijöiden tuottajaorganisaatiot ja muut yhteenliittymät omistavat pakkaus- tai jalostuskapasiteettia. Suurimmat yritykset, kuten Närpiön Vihannes, Laitilan Vihannes, ÅTH ja Pakkasmarja, toimivat hedelmä-, vihannes- ja marja-aloilla, ja Kieku kananmuna-alalla.

2. Pitkäaikaiset toimitussopimukset tuottajien ja yritysten välillä.

Myös monet yksityispääoman hallitsemat yritykset pyrkivät solmimaan pitkäaikaisia kauppakumppanuuksia raaka-ainetoimittajiensa kanssa. Vakaiden tuotantosopimusten motiivina nähdään ennustettava ja katkeamaton raaka-ainevirta. Markkinavarmuus on näissä tapauksissa molemminpuolinen etu. Suurimpia, lähes täysin tai ainakin suurilta osin pitkäaikaisten raaka-ainesopimusten varassa toimivia yrityksiä maito- ja lihaketjuissa ovat muun muassa Snellman, Arla Suomi, Juustoportti ja Naapurin maalaiskana, vihannespuelella Apetit, mallasalalla Viking Malt sekä kananmunayrityksistä Munax ja Dava Foods. Vahvasti sopimustuotantoon perustuvat lisäksi myös pienempien tuotteiden ketjut, kuten kumina-ala.

3. Raaka-ainehankinta suoraan markkinoilta.

Jotkut yritykset hankkivat raaka-aineitaan ilman etukäteen solmittuja tuotantosopimuksia. Raaka-aine-erät ostetaan tarpeen mukaan joko välittäjiltä tai suoraan viljelijöiltä. Tämä järjestely on tyypillisintä viljaa ja muita peltokasveja sekä avomaavihanneksia jalostaville elintarvikeyrityksille. Todellisuudessa kuitenkin puhtaasti tähän kategoriaan kuuluvia yrityksiä löytyy hyvin harvakseltaan, jos ollenkaan, koko Suomesta. Suurin osa viljaa jalostavista yrityksistä solmii tuotantosopimuksia ja

hankkii loput raaka-ainetarpeistaan markkinoilta. Tuotantosopimusten tarkkoja osuuksia yritykset eivät julkaise, mutta esimerkiksi myllyt voivat hankkia parhaimmillaan useita kymmeniä prosentteja raaka-aineistaan etukäteissopimusten kautta. Myös rehurytykset ja alkoholia valmistavat yritykset pyrkivät varmistamaan raaka-ainetarpeitaan tuotantosopimuksilla. Todellisten osuuksien vaihteluväli on ilmeisesti hyvin laaja, ja se vaihtelee yrityksittäin ja jopa vuosittain.

Yritysten ryhmittely raaka-ainehankintamekanismissa perusteella on keskeistä realistisen kuvan muodostamiseksi niiden vaikutusmahdollisuuksista Scope 3 -päästöihin. Ryhmän 1 yrityksillä on kiistatta parhaat edellytykset vaikuttaa tuottajien päästöihin, koska tavoitteista, toimenpiteistä ja tulosten seurannasta on mahdollista sopia saman vertikaalisen integraation sisällä. Maatalousyrittäjien intressinä on omistamiensa teollisuusyritysten menestys, ja sen avaintekijöihin kuuluvat vastuullisuus- ja ilmastostrategiat. Vaikka konkreettiset toteutustavat, kannustimet ja vähennysten tahti vaihtelevat yritysten välillä, pitkäaikaisia molemminpuolisia hyötyjä pidetään yhdistävänä tekijänä.

Ryhmän 2 yritysten vaikutusmahdollisuudet ostamiensa raaka-aineiden päästöihin ovat jo rajallisempia. Yritykset voivat ehdottaa tai edellyttää pitkäaikaisilta sopimusosapuoliltaan tiettyjä päästövähennystoimenpiteitä, mutta niiden toteuttaminen jää maatalousyrittäjille aina vapaaehtoiseksi ja itsenäiseksi päätökseksi. Osa yrityksistä tarjoaa tuottajille taloudellisia kannustimia ilmastotoimenpiteiden vastineeksi, osa taas edellyttää niitä tuotantosopimuksen ehtoina. Ensimmäisessä tapauksessa sopimus ja kumppanuus jatkuvat, vaikka toimenpiteitä ei toteutettaisi; jälkimmäisessä tapauksessa maatalousyrittäjän vaihtoehtoina ovat ehdon noudattaminen tai tavaran myynti toiselle ostajalle.

Ryhmään 3 kuuluvien yritysten vaikuttamismahdollisuudet hankkimiensa raaka-aineiden päästöihin ovat vähäisimmät. Kuten on edellä todettu, suurin osa yrityksistä toimii kuitenkin ryhmien 2 ja 3 välimaastossa. Tuotantosopimusten kattavuuden vaihteluväli on erittäin laaja, teoriassa 0–100 %:n välillä. Käytännössä jokainen yritys pyrkii hankkimaan raaka-ainetarpeistaan ainakin osan sopimuksilla, mutta täysimääräiseen kattavuuteen ei tyypillisesti päästä. Ryhmän 3 sopimustuotanto jakautuu edelleen kahteen ryhmään: (1) pitkäaikaisiin ja (2) vuosittaisiin sopimuksiin.

1. Yritysten intressinä on rakentaa parhaiksi kokemiensa viljelijöiden kanssa pitkäaikaisia kumppanuuksia. Näin viljelyteknologiasta, panosten käytöstä ja myös päästövähennystoimenpiteistä sopiminen on helpompaa ja vakaampaa. Pitkäaikaisten sopimusten sisäiset toimenpiteet, seuranta ja muut käytännöt ovat luonteeltaan samankaltaisia kuin ryhmän 2 sopimuksissa. Viljaa ja muita peltokasveja jalostavat yritykset tarjoavat kannustimia esimerkiksi uudistavaa viljelyä toteuttaville tiloille, joiden lukumäärä ja osuus raaka-ainehankinnasta vaihtelevat huomattavasti yrityksittäin.
2. Sopimustuotannon toiseen ryhmään kuuluu vuosittain vaihteleva viljelijöiden joukko, joiden kanssa toimenpiteistä sopiminen on lyhyen aikajänteen vuoksi haasteellisempaa. Tuotantopanosten käyttöön, viljelyteknologiaan tai päästövähennyksiin liittyvät yksityiskohdat asetetaan tällöin yleensä hankinnan ehdoiksi.

Sopimustuotannon ulkopuolelle jäävät raaka-aine-erät yritykset hankkivat suurimmaksi osaksi välittäjiltä ja pienemmässä määrin suoraan viljelijöiltä. Ilmastolle merkityksellisten ehtojen asettaminen näille raaka-aine-erille on jo erittäin hankalaa, mutta selkeästi rajatut ehdot ovat silti mahdollisia. Tunnetuin esimerkki tästä on muutamien yritysten asettama hankintakielto turvemaille tuotetulle viljalle.

Yritysten lisäksi myös kokonaisilla arvoketjuilla on havaittavissa selkeitä eroja, joiden perusteella toimialat lukeutuvat vaikutusmahdollisuuksiltaan tyypillisesti eri ryhmiin. Kotieläintuotteiden jalostustoimialat kuuluvat lähes kokonaan ryhmiin 1 ja 2, kasvien jalostustoimialat puolestaan ryhmiin 2

ja 3. Ilmiöllä on suuri merkitys koko maatalouden päästöjen vähentämisen näkökulmasta, sillä kotieläinsektorilla lähtökohtaisesti syntyy suuremmat päästöt kuin kasvinviljelyssä.

5.1.2 Maatilojen päästövähennystavoitteet

Suuri osa maatalousyritysten päästövähennystavoitteista ja toimenpiteistä saa alkunsa ostavan teollisuuden aloitteista. Samaan aikaan alkutuotannossa on kasvavissa määrin valveutuneita maatalousyrittäjiä, jotka ovat asettaneet ilmastostrategian osaksi tilan kehittämistä. Liiketoiminnan johtaminen nähdään maatalousyrittäjien menestyksen yhtenä perusedellytyksenä, jonka luontaisena osana ovat myös tilakohtainen vastuullisuus ja ilmastotoimet. Ensisijaisena motiivina on kilpailukyvyyn ja taloudellisen tilanteen parantaminen, sillä monet ilmastotoimenpiteistä edistävät sopeutumista ilmastonmuutokseen, tehostavat ravinteiden hyväksikäyttöä kasveilla ja parantavat tuottavuutta. Toissijaisina motiiveina voivat olla henkilökohtainen ympäristötietoisuus tai yhteiskunnan hyväksyttävyyden ja julkikuvan parantaminen.

Edelläkävijämaatalousyrittäjät valitsevat esimerkiksi teollisuusyritysten tarjoamia valinnaisia toimenpiteitä. Lisäksi hiiliviljely (ks. luku 6) eli ns. uudistava viljely on nostanut suosiotaan viljelijöiden keskuudessa oma-aloitteisena toimenpidekokonaisuutena, vaikka maataloustuotetta ostavalla teollisuusyrityksellä ei olisikaan uudistavaa viljelyä ehtonaan.

5.2 MITEN RUOKATEOLLISUUDEN VASTUULLISUUSOHJELMIEN PÄÄSTÖVÄHENNYKSISSÄ ON EDISTYTTY?

Elintarvikeyritykset ovat vakiinnuttaneet vastuullisuusraportoinnin joko osaksi perinteisiä vuosiraportteja tai erillisinä raportteina. Vastuullisuusraportit koostuvat useasta aiheesta, mutta päästöjen laskelmat, päästövähennystavoitteet ja etenemisen seuranta ovat olennainen osa yritysten vastuullisuus- tai kestävyysraportteja.

Tässä osiossa esitetyt yritysesimerkit havainnollistavat millä konkreettisoin toimenpitein yksittäiset toimijat tavoittelevat päästöjen vähentämistä. Mukana on vaikutusmahdollisuuksiltaan kaikkiin kolmeen eri ryhmään lukeutuvia yrityksiä. Käytänteiden vaihtelu on vielä suurta. Ensimmäiset yritykset aloittivat laskelmat ja asettivat tavoitteitaan jo 2010-luvun toisella puoliskolla, toiset ovat aloittaneet työn vasta viime vuosina.

Etenkin keskisuurten ja pienten yritysten keskuudessa on myös sellaisia, jotka ovat tehneet tai teettäneet laskelmat yhdestä vuodesta, mutta lukuja ei ole julkaistu ja edistystä seurataan harvemmalla tiheydellä, esimerkiksi 2–3 vuoden välein. Myös nämä yritykset ovat kuitenkin yleensä julkaisseet tärkeimpiä toimenpiteitään ja tavoitteitaan. Seuraavassa tarkastellaan eri yritysten päästöjä hiilidioksidiekvivalentteina, sekä päästöjen vähentämistavoitteita ja toteutunutta etenemistä sen mukaisesti kuin yritykset ovat julkisesti saatavilla olevan tiedon mukaisesti raportoineet. Esitettyä materiaalia on tarkistettu ja täydennetty yritysکوhtaisin semistrukturoiduin haastatteluin tiedon laadun takaamiseksi.

5.2.1. Kotieläintuotteita jalostavat yritykset

Kotieläintuotteita jalostavista yrityksistä vertailussa on mukana kolme suurinta sekä meijeri- että lihateollisuudesta. Ne edustavat yhteensä 84 % meijeriteollisuuden ja 76 % lihateollisuuden toimialakohtaisesta liikevaihdosta 84 % ja 76 % (taulukko 5.2.).

Taulukko 5.2. Valittujen maito- ja lihayritysten KHK-päästöarvot hiilidioksidiekvivalentteina, liikevaihto ja osuus toimialasta

Yritys	Scope 1 t CO ₂ ekv.	Scope 2 t CO ₂ ekv.	Scope 3 t CO ₂ ekv.	Lähtötaso vuosi	Liikevaihto 2024 milj. EUR.	Liikevaihto 2024 % toimialasta ^a
Valio	83 200	59 500	2 280 700	2019	2 278 ^b 2 000 ^c	66,3
Atria	10 283	73 299	2 346 810	2020	1 755 ^b 965 ^d	30,0
HKFoods	13 492	8 282	1 471 897	2022	1002 ^{b,d}	31,2
Arla Suomi	573 060 ^b	191 020 ^b	18 887 920 ^b	2015	13 800 ^b 405 ^d	13,4
Snellman	3 645	782	438 908	2025	462	14,4
Juustoportti	2021	128 ^{b,d}	4,2

Lähde: yritysten vuosiraportit, vastuullisuusraportit ja kotisivut sekä Tilastokeskus (meijeri- ja lihateollisuuden liikevaihto).

^a Yrityksen Suomen liiketoiminnan osuus meijeri- tai lihateollisuuden kokonaisliikevaihdosta. ^b Konsernitason luku. ^c Valio Suomen liikevaihto (arvio). ^d Suomen toimintojen liikevaihto.

VALIO

Valion ilmasto-ohjelman tavoitteena on hiilineutraali maidon arvoketju vuoteen 2035 mennessä. ”Tämä tarkoittaa, että kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään ja sidotaan ilmasta vähintään sama määrä kuin niitä syntyy maitotiloilla, kuljetuksissa, tehtaissa, pakkausten valmistamisessa ja muualla maidon arvoketjussa.” (Valio 2025a, s. 35) Taulukon 5.2. luvut vastaavat lähtövuoden 2019 tasoa. Valion lyhyen tähtäimen SBTi tavoitteena on vähentää Scope 1 ja 2 päästöjä 47 % vuoteen 2030 mennessä. Vastaavan ajanjakson tavoitteet koskevat Scope 3 piiristä raakamaidon hiilijalanjälkeä (50 %) sekä Suomen toimintojen logistiikkaa (28 %).

Scope 1 -bruttopäästöt vähenivät vuoteen 2024 mennessä 58 % ja Scope 2 -päästöt 45 %. Scope 3 -päästöt vähenivät logistiikan osalta 19 %, raakamaidon tuotannossa 22 % ja maidontuotannon maankäytössä 11 % vuosien 2019–2024 välillä. Kokonaispäästöjä on vähennetty viiden vuoden aikajänteellä 21 %. Ohjelmassa on alussa asti ollut mukana maankäyttöön liittyvät maaperän päästöt ja nielut. Valion ilmasto-ohjelma sisältää suomalaisen maidontuotannon päästöt poislukien tukkutuotteiden, pääomainvestointien, polttoaineiden alkutuotannon, sähkönsiirron häviöiden ja myytyjen tuotteiden säilytyksen, käytön ja hävityksen päästöt. Maankäytön muutoksen päästöt sisällytetään ohjelmaan vuoden 2025 aikana (Valio 2025b, s. 10).

Ilmasto-ohjelman toimenpiteet ovat jäsenneitävissä kuuteen kokonaisuuteen.

- 1. Maaperätoimet.** Jäsentiloja kannustetaan viljelemään turvepeltoja ilmastoviisaasti, ylläpitämään kasvipeitteisyyden ja korottamaan pohjaveden pintaa mahdollisuuksien mukaan. Noin 70 % jäsentilojen turvepeltoista oli nurmipeitteisiä vuonna 2024. Samana vuonna on ennallistettu ensimmäinen heikkotuottoinen turvepelto ja on tunnistettu lisää ennallistamiskohteita.
- 2. Maidontuotannon päästövähennyksiä** tavoitellaan mm. tuottavuutta ja rehunkäyttöä parantamalla sekä metaanipäästöjä vähentävillä innovaatioilla. Jälkimmäiseen kuuluu

ruokinnassa käytetty lisäaine sekä kansainväliset tutkimushankkeet metaanin talteenottoon ja hajottamiseen navetassa.

3. **Typenkäytön tehokkuuden parantaminen peltoviljelyssä.**
4. **Lantapohjaisen biokaasun tuotanto.** Valion ja ST1 Biokraftin yhteisomistama Suomen Lantakaasu Oy tavoittelee pitkällä aikavälillä 1 TWh biokaasun tuotantoa. Tähän tarvitaan noin neljännes Suomen kotieläinsektorilla syntyvästä lannasta vuosittain. Vuoden 2026 alussa on rakenteilla kaksi laitospohjaista tuotantolaitoksen, johon kuuluu Lapinlahden ja Nurmeksen satelliittilaitokset, tuotantokapasiteetti tulee olemaan 125 GWh vuodessa. Nurmon bioenergia Oy laitoksen kapasiteetti tulee olemaan niin ikään 125 GWh vuodessa. Nämä yhteensä kattavat n. 25 % Suomen lantakaasun tavoitellusta biometaanituotannosta. Rakenteilla olevien lisäksi on aloitettu kahden uuden hankkeen toteutettavuusselvitys Pohjanmaalla ja Pohjois-Pohjanmaalla.
5. **Uusiutuva energia ja energiatehokkuuden parantaminen.** Vuonna 2024 päästöttömän sähkön hankintaosuus on kasvatettu 73 %:iin ja on vaihdettu jälleen Haapaveden tehtaan polttokattila sähkökattilaksi. Tällä hetkellä osa höyrystä tuotetaan sähkökattiloilla jo Vantaan ja Riihimäen tehtailla. Lisäksi Suomen ja Viron tehtailla suoritettiin yli 60 pienempää energiatehokkuustoimenpidettä.
6. **Biologiset ja tekniset hiilenpoistot ja biogeenisen hiilidioksidin hyödyntäminen.**

Valio edistää maitotilojen hiilijalanjäljen vähentämistä useilla kannustimilla ja toimenpiteillä. Tilakohtaista Carbo Ympäristölaskuria käyttää 2 200 valiolaista tilaa, joiden tuottama maito vastaa 80 % Valion vastaanottamasta määrästä vuosittain. Tiloille maksetaan vastuullisuuslisää enintään 4 senttiä maitolitralla vapaaehtoisista toimenpiteistä, jotka parantavat eläinten hyvinvointia, luonnon monimuotoisuutta tai hillitsevät ilmastomuutosta. Vuoden lopussa noin 1600 tilaa (n. 40 % kaikista Valion tiloista) on saanut koulutusta uudistavasta viljelystä, joka on yksi valittavista lisätoimenpiteistä. Vuonna 2024 alkaneen viisivuotisen projektin puitteissa on valittu neljä pilottitilaa, joilla toteutetaan parhaaksi arvioituja päästövähennystoimenpiteitä. Kolmella tilalla on aloitettu mittaukset, joilla seurataan uudistavalla viljelyllä saavutettua peltomaan hiilensidontaa.

ATRIA

Atria on sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään Pariisin ilmastopimuksen tavoitteiden mukaisesti. Yhtiöllä on SBTi:n hyväksymät tavoitteet Scope 1, Scope 2 ja Scope 3 -päästöille. Laskelmien aloitusvuosi on 2020 ja keskipitkän aikavälin tavoite ulottuu vuoteen 2030 asti. Nykyiset tavoitteet ”on asetettu toimialasta riippumattoman 1,5 °C skenaarion mukaisesti. Atria on sitoutunut päivittämään tavoiteasetannan SBTi-sektorikohtaisen ohjeistuksen mukaan (Forest, Land, and Agriculture, FLAG) ja linjaamaan tässä yhteydessä tarkemmin yhtiön pitkän aikavälin nettonollatavoitteet.” (Atria 2025a, s. 61)

Atria on sitoutunut vähentämään Scope 1 ja Scope 2 -päästöjä vuoteen 2030 mennessä 42 %:lla aloitusvuoteen 2020 nähden (Taulukko 5.2). Absoluuttisena tonnimääränä tämä tarkoittaa 35 000 tCO₂ ekv. vähennystä. Scope 3 osalta tavoite on vähentää päästöjä 20 % prosessoitua lihatonnia kohden samalla aikajänteellä, mikä on absoluuttisena määränä ilmaistuna 380 000 tCO₂ ekv.

Scope 1 & Scope 2 -kategorioissa Atria on edennyt suunnitelmien mukaisesti, vuoden 2025 päästöt olivat 59 800 tCO₂ ekv. Kymmenen vuoden tavoitteista on siis saavutettu jo viiden vuoden sisällä yli kaksi kolmasosaa. Yhtiöllä on päätetty investoinneista, joilla Scope 1 & Scope 2 -päästöt tulee vähentämään yhteensä 32 500 tCO₂ ekv. vuoteen 2028 mennessä. Sähkökattilan investoinnilla saavutetaan 12 000 tCO₂ ekv. ja ruokatehtaan energiakeskusinvestoinnilla 20 500 tCO₂ ekv. Näin 42 % vähennystavoitteen sijaan yhtiö on saavuttamassa yli 67 % vähennystä vuoteen 2030 mennessä. Näiden lisäksi uusiutuva energia tarjoaa 25 000 tCO₂ ekv. lisävähennyspotentiaalia, mikä alentaisi

Atrian oman toiminnan päästöjä 2 300 tCO₂ ekv., alle 3 %:in vuoden 2020 lähtötasoon nähden (Atria 2026a, s. 63).

Scope 3 -kategorian suurimmat päästöt ovat koko konsernitasolla peräisin Atria Suomen sopimus pohjaisesta alkutuotannosta. Perusvuoden 2020 lähtötaso oli 1 879 000 tCO₂ ekv. ja 20 %:n vähennystavoitteen mukainen taso on 1 503 000 tCO₂ ekv. vuoteen 2030 mennessä. Vuoden 2025 taso oli 1 764 000 tCO₂ ekv., eli 115 000 tCO₂ ekv. tai reilut 6 % vuoden 2020 lähtötasoa vähemmän. Atrialla on yhteensä n. 3300 sopimustuottajaa ympäri Suomea, joista muutama sata on siipikarja-, tai sikatiloja, lukumäärältään suurin ryhmä on kuitenkin nautatilat. Päästövähennysten seurannan suurin haaste on näiden tilojen kasvihuonekaasupäästöjen mittaaminen ja mittauksiin osallistuvien tilojen kattavuus. Vaikka toimenpiteitä on tehty laajalti, tulosten mittaamisessa on esiintynyt viivettä.

Nautatilojen hiilijalanjäljen mittaamiseen käytetään Carbo-ympäristölaskuria, joka on ollut 1200 nautatilan käytettävissä vuodesta 2024. Broileritilojen hiilijalanjäljen laskurit kattavat koko broilerinketjun ja sikatilojen kattavuutta on laajennettu. Tilakohtaiset laskentatulokset ovat välttämättömiä Scope 3 -päästövähennystulosten todentamiseksi.

Tilakohtaisista toimenpiteistä tuottavuuden kehittäminen ja uusiutuvan energian käyttöönotto ovat jatkuvia. Tämä tarkoittaa korkeampien volyymien tuotantoa suhteutettuna samaan määrään tuotantopanoksia ja hiilipäästöjä. Konkreettisina ratkaisuin on rehuhyötysuhteiden parantaminen, tai nautatiloilla liharoturisteytysten lisääminen tai teuraspotentiaalin nostaminen. Tuottavuuden kehityksellä tavoitellaan 102 000 tCO₂ ekv. päästövähennystä vuoden 2025 luvusta vuoteen 2030 mennessä. Tiloilla on investoitu uusiutuvaan energiaan mm. aurinkovoimaloilla, lämmityskattiloiden vähäpäästöisellä tekniikoilla ja öljyä korvaamalla. Sopimustuotantotilojen energiainvestoinnit vähentävät Atrian Scope 3 -päästöjä 27 000 tCO₂ ekv. vuosien 2025 ja 2030 välillä.

Tilojen päästöjä on saatu alas myös soijan käyttöä vähentämällä ja lannan käsittelyratkaisuilla. Soijan osuus Atrian broileritilojen rehuissa oli enää 11,5 % ja sikarehuissa 1,6 % vuonna 2025. Naudanlihan tuotantoketjussa ei ole käytetty soijaa pitkään aikaan. Tavoitteena on vähentää broileritilojen soijankäyttöä entisestään ja puolittaa sikatilojen soijankäyttöä nykyisestä. Soijan käytön vähentämisellä on mahdollistaa alentaa broileri- ja sikatilojen päästöjä 5 % kymmenen vuoden aikana. Lannan käsittelyn päästövähennysvaikutus jo olemassa olevien ja tulevien biokaasulaitosten myötä on 30 000 tCO₂ ekv. vuosien 2025 ja 2030 välillä.

Kaikkien edellä mainittujen toteutuksessa olevien toimenpiteiden vähentymisvaikutukset ovat yhteensä 179 000 tCO₂ ekv., millä edetään kohti 1 585 000 tCO₂ ekv. tasoa vuoteen 2030 mennessä. Atrian alkutuotannon päästöjen 20 % vähennys ja 1 503 000 tCO₂ ekv. saavuttaminen edellyttävät lisäksi maankäyttöön ja nautaeläinten aineenvaihduntaan liittyviä toimenpiteitä. Yksivuotisten viljelykasvien vaihtamisella monivuotisiin turvepelloilla on mahdollista vähentää päästöjä 50 000 tCO₂ ekv. ja naudan aineenvaihdunnan päästöjä hallitsemalla 120 000 tCO₂ ekv. Näitä toteuttamalla Atrian sopimustuotantotilojen päästöjä on mahdollista vähentää 1 415 000 tCO₂ ekv. tasoon, alle 20 %:n päästövähennystavoitteen.

Atria Suomen alkutuotantoketjussa on tunnistettu myös lisäpäästövähennystoimenpiteiden kokonaispotentiaali, mikä ylittää yhteensä 630 700 tCO₂ ekv. Lisävähennys on mahdollista saavuttaa viiden toimenpiteen avulla, joihin kuuluu (1) yksivuotisten viljelykasvien korvaaminen monivuotisilla kaikilla turvepelloilla, (2) lannan varastoinnin metaanipäästöjen 90% vähentäminen käsittelyn ja biokaasulaitosten toimintaa laajentamalla, (3) soijavapaa broilerin ja sianlihantuotanto, (4) turvepeltojen ennallistaminen ja vettäminen 500 hehtaarin alueella, sekä (5) rehukasvien viljelyn tehostaminen satotasoa nostamalla, hiiliviljelyllä ja kierrätyslannoitteilla (Atria 2026a, s. 66).

HKFOODS

HKFoods aloitti päästölaskennat vuonna 2019 ja ne laajennettiin kattamaan Scope 3 -kategoriat vuonna 2022. Laskelmien lähtövuodeksi on määritelty 2022, jolloin Scope 1 -kategorian osuus oli 0,91, Scope 2 -kategorian osuus 0,32 ja Scope 3 -kategorian osuus 98,77 % kaikista päästöistä. Laskennassa huomioitiin sen hetkinen yhtiörakenne, johon kuuluivat tuotantoyksiköt Suomen lisäksi Ruotsissa, Tanskassa ja Puolassa. Scope kategorioiden välinen jakauma ei ole muuttunut huomattavasti Ruotsin ja Tanskan yksiköiden myynnin jälkeen, vaan siinä on Scope 3 -kategorian karkea 99 %:n painoarvo pysynyt ennallaan.

HKFoods:n tavoitteena on saavuttaa nettonollapäästöt vuoteen 2050 mennessä, mutta se ei ole sitoutunut vielä SBTi:n käytäntöjen mukaisesti tähän pitkän aikavälin tavoitteeseen. Lyhyen aikavälin SBTi:n hyväksymät ja etenkin Scope 3 -kategorian osalta varsin kunniahimoiset tavoitteet on asetettu vuosille 2022–2030. HKFoods sitoutuu vähentämään oman toiminnan Scope 1 ja Scope 2 -kategorioiden kasvihuonekaasuja 42 %. Scope 3 -päästövähennystavoitteet kattavat viisi alakategoriaa, mukaan lukien suurimman päästölähteen, ostetut tavarat ja palvelut. Scope 3 -kategorian teollisten päästöjen vähennystavoite on myös 42 % lähtövuodesta 2022 vuoteen 2030 mennessä. Lisäksi HKFoods on asettanut erikseen Scope 3 -kategorian FLAG-kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteita, minkä mukaan suomalaisen liharaaka-aineen maaperään liittyviä päästöjä vähennetään 30,3 %. Tavoite sisältää maanperäisten raaka-aineiden tuotannosta syntyvät päästöt sekä käytetyn maaperän hiilen poistumat.

SBTi-tavoitteiden etenemistä seurataan vuositasolla. Vuonna 2025 Scope 1 ja Scope 2 -päästöt olivat 12 % vähemmän kuin lähtövuonna 2022. Scope 3 -kategorian teolliset päästöt (kategoriat 3.1, 3.3, 3.4, 3.9 ja 3.15) sen sijaan olivat 22 % korkeampia vuonna 2025. Maaperäisiä päästöjä kuvaavat FLAG päästöt ovat muuttuneet vain vähän, ne olivat 0,3 % korkeampia aloitusvuoteen verrattuna.

Vuoden 2025 aikana oman toiminnan energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet sisälsivät höyryntuotantokattiloiden sähköistämisen Vantaalla ja Eurassa sekä sähköautojen lukumäärän ja LED valaistuksen lisäämistä. Energiatehokkuuteen on investoitu 600 000 € ja ilmastonmuutoksen hillintään liittyvien hankkeiden operatiivisiin kuluihin ja ulkoisiin henkilöresursseihin on käytetty 300 000 €.

HKFoods on osallistunut maatalouden ja eläintuotannon ilmastovaikutusten hillintää edistäviin tutkimushankkeisiin. Näiden joukossa on ollut laskentajärjestelmien digitalisointi ja elinkaarimallien kehittäminen sianlihalle, siipikarjalle ja peltokasveille, säätösalaajia koskeva pilottitutkimus, sekä maaperän hiilensidonnin ja luonnollisten maaperäpäästöjen mallintaminen broilerisopimustuottajan pelloilla. Yhtiö käynnisti lisäksi mallinnus- ja tietovirtauskuvauksen arvoketjun vastuullisuustietojen todentamiseksi ja liittyi vuonna 2025 aikana käynnistettyihin ilmastoaiheisiin hankkeisiin Valion Food 2.0 ekosysteemin osana.

Tulevina vuosina päästöjä vähennetään kaikissa kategorioissa. Scope 1 ja Scope 2 -päästövähennykset saavutetaan siirtymällä fossiilittoman energian käyttöön, ja vähäpäästöisimpiin energialähteisiin, sekä paremmalla energiatehokkuudella, lämmön talteenotolla, sähköistamisellä ja vähäpäästöisempien kylmäaineiden käyttöönotolla. Scope 3 -päästöjen osalta suurin haaste on raaka-ainetoimittajien ja tuottajien sitouttaminen ilmastotyöhön. Tärkeintä on saada lihatilat laskemaan omaa hiilijalanjälkeään, sekä seuraamaan tilakohtaisia päästöjään. Noin puolet HKFoodsin naudanlihatuottajista on aloittanut Carbo-laskurin käytön, mutta tilakohtaisten päästöjen seuranta sika- ja siipikarjatiloihin on ollut yksittäisten tilojen kokeilun varassa.

Maaperäisten päästöjen suurin vähentämispotentiaali on uudistavilla viljelykäytännöillä rehun tuotannossa, soijan korvaamisella kotimaisilla vaihtoehdoilla, rehuhyötysuhteiden ja tuottavuuden

parantamisella, lannan hyödyntämisellä energiana, sekä metaanin vähentämisellä naudan kasvatuksessa.

Näiden lisäksi yhtiön mukaan ”maaperäisiin päästöihin voidaan vaikuttaa myös vähentämällä ja kehittämällä turvemaiden viljelyä sekä muuttamalla niiden käyttöä (esim. ennallistaminen ja vettäminen.) Näiden toimenpiteiden toteuttaminen edellyttää kuitenkin kansallista linjausta ja toimenpiteitä. Yhtiö kartoittaa oman arvoketjunsä turvapeltojen määrää ja päästövähennyspotentiaalia vuoden 2026 aikana.” (HKFoods 2026, s. 79)

ARLA SUOMI

Arla-konsernin pitkäaikainen ilmastotavoite on nettonollapäästötason saavuttaminen Scope 1, Scope 2 ja Scope 3 –kategorioiden osalta vuoteen 2050 mennessä. Lyhyen aikavälin tavoitteina on vuoteen 2030 mennessä Scope 1 & Scope 2 -päästöjen 63 %:n vähennys vuoden 2015 lähtötasosta ja Scope 3 -päästöjen 30,3 %:n vähennys vuoden 2020 tasosta. Konsernin lyhyen aikavälin tavoitteisiin kuuluu myös se, että vuoteen 2029 mennessä 82,6 % toimittajista asettaa tieteeseen perustuvat päästötavoitteet.

Arla-konserni on saavuttanut vuosien 2015 ja 2022 välillä 29 % vähennystä Scope 1 & Scope 2 -päästöissä ja 9 %:n vähennystä Scope 3 -päästöissä. Jälkimmäinen on laskettu yhtä kiloa maitoa ja heraa kohden (Arla 2023a, s. 3). Scope 3 -päästövähennyksiä tavoitellaan useilla toimenpiteillä. Kärkiviisikkoon (”Big 5”) kuuluu rehuhyötysuhde, valkuaisrehun optimointi, eläinten terveys, lannoitteiden käyttö ja typpiravinteiden hallinnointi sekä maaperän käytön tehokkuus. Viidellä kärkitoimenpiteellä tavoitellaan 8 % päästövähennystä maitotiloilla. Lisäksi kestävästi tuotetulla rehulla oletetaan saavuttavan 8 %, uusiutuvalla energialla 3 %, lannan käsittelyllä ja biokaasutuotannolla 3 %, hiiliviljelyllä 3 %, eläinten jalostuksella 3 % ja ns. vihreillä lannoitteilla 2 % päästövähennystä vuoteen 2030 mennessä.

Arla Suomen Scope 1, Scope 2 ja Scope 3 -päästölaskelmia ei ole julkaistu erikseen. Suomen toimintojen päästötasot eivät ole tiedossa aloitusvuosien osalta. Arla Suomi sitoutuu vähentämään Scope 3 -päästöjä vuosien 2020 ja 2030 välillä 30,3 %. Ensimmäisen kolmen vuoden aikana suomalaisten maitotilojen päästöjä on vähennetty 6 %:lla, yhteensä noin 10 000 tCO₂ ekv. (Arla 2024).

Arla Suomi lanseerasi vuonna 2023 maitotiloille suunnatun kannustinjärjestelmän, jossa on yhteensä 19 kestäväen kehityksen toimenpidettä. Tilat ansaitsevat pisteitä kestävyys- ja päästövähennystoimenpiteistä, jokainen piste tuo maidontuottajalle 0,03 senttiä lisää hintaa maitolitralta (Arla 2023b). Kannustinjärjestelmä on todettu toimivaksi, koska kuudellakymmenellä eniten pisteitä keränneellä tilalla päästöt ovat alentuneet 0,83 kiloon CO₂ ekv. maitokilolta, kun samaan aikaan Arla Suomen kaikkien tilojen keskiarvo oli vajaa yksi kilo CO₂ ekv. maitokilolta (Arla 2024).

Yksi tehokkaimmista päästövähennystoimenpiteistä on lannan käsittely biokaasulaitoksessa. Ranualla otettiin käyttöön vuoden 2025 loppupuolella 21 maatilan perustama laitos, jolla on lupa käsitellä 20 000 tonnia lantaa ja tuottaa 8 000 MWh energiaa vuosittain. Pidemmän aikavälin tavoitteena on kolminkertaistaa lannan käsittelykapasiteettia (Tiuhonen, 2025). Arvioiden mukaan lannan käsittely biokaasulaitoksella voi vähentää yksittäisen tilan päästöjä jopa 25–30 % (Arla 2024.)

SNELLMAN

Snellman julkaisi ensimmäisen konsernitason kestävyysraporttinsa keskisuurille yrityksille tarkoitetun vapaaehtoisen raportointistandardin VSME:n (Voluntary Sustainability Reporting Standards for non-listed SMEs) mukaisesti keväällä 2026 (Snellman 2026). Raporttia on tarkoitus päivittää vuosittain.

Yhtiön päästöt on laskettu Scope 1, Scope 2 ja Scope 3 -kategorioista jo vuodesta 2023 asti. Kestävyysraportissa on julkaistu vuoden 2025 lähtötasot. Snellman on sitoutunut asettamaan lyhyen aikavälin päästövähennystavoitteita, jotka jätetään SBTi:n hyväksyttäväksi. Kolmannen osapuolen tekemän suunnitelman pohjana on kustannus-hyöty-analyysi, jossa pääpainopiste on annettu energian, pakkausmateriaalien ja alkutuotannon päästövähennyksille.

Snellmanin päästöt jakautuvat samalla tavalla kuin muilla elintarvikeyrityksillä. Scope 1 ja Scope 2 -kategorioiden osuus on alle prosentin kokonaispäästöistä. Yhtiössä on tehty pitkäjänteistä työtä energiatehokkuuden parantamiseksi ja oman toiminnan sekä energiakäytön päästöjen vähentämiseksi. Raskaan liikenteen biotankkausasema otettiin käyttöön alkuvuodesta 2023 ja tuulisähkön toimitus alkoi vuonna 2025.

Valtaosa Scope 3 -päästöistä syntyy raaka-aineiden tuotannossa, vuonna 2025 ne vastasivat 96,5 %:a kaikista Scope 3 -päästöistä (Snellman 2026, s. 15). Yli kaksi kolmasosaa yhtiön käyttämistä raaka-ainevolyymeista on peräisin sian ja naudanlihasta, minkä vuoksi tulevaisuuden tärkeimmäksi tehtäväksi on määriteltä primääri kasvihuonekaasupäästödatan keruu sika- ja nautatiloista.

JUUSTOPORTTI

Juustoportilla on laskettu konsernin oman toiminnan Scope 1 ja Scope 2 -hiilidioksidipäästöt ja maidon elinkaaren hiilijalanjälki. Laskettuja lukuja ei ole julkaistu, mutta yrityksen SBTi:n hyväksymänä tavoitteena on vähentää oman toiminnan päästöjä 38 % vuoteen 2030 mennessä. Vertailuvuodeksi on asetettu 2021. Juustoportti on myös sitoutunut mittaamaan ja vähentämään ketjussa syntyviä Scope 3 -päästöjä. (Juustoportti 2026).

Energian osalta yhtiön käyttämä sähkö on vesi- ja ydinsähköä, meijerin sähkökattila tuottaa tehtaan tarvitseman prosessilämmön ja lisäksi tarvittava höyry tuotetaan biokaasulla. Tuotantoprosessin vaatima jäähdytys tuotetaan lämpöpumpuilla, ja kylmäaineena käytetään hiilidioksidia.

Juustoportti on ottanut käyttöön Carbo-laskurin, jossa maitotiloilla on mahdollisuus laskea tilakohtaisia kasvihuonekaasupäästöjä. Hiilijalanjälki on laskettu vapaiden, laiduntavien lehmien tuottamalle maidolle ja eri maitotuotteille.

5.2.2. Peltokasviyritysten päästövähennystavoitteet

Viljaa jalostavat elintarvikeyritykset ovat suorittaneet kasvihuonekaasupäästöjen laskentaa jo muutaman vuoden ajan. Kiinnostus hiilijalanjälkilaskentaa ja sen hyödyntämistä kohtaan on selvästi kasvanut. Viljaketjun toimijat ovat vasta viime vuosina alkaneet tarjota viljelijöille työkaluja hiilijalanjäljen laskentaan, ja osassa sopimusviljelyä raportointivaatimukset on jo sisällytetty ehtoihin. Käytössä olevat raportointimallit edellyttävät kaikilta viljelijöiltä perustietoja, ja tietyiltä kasveilta myös tarkempaa tietoa laskennan tueksi. Koska järjestelmät kattavat toistaiseksi vain osan tiloista, primääridata on puutteellista ja päästölaskenta perustuu pitkälti esimerkiksi Luken tai GFLI:n (The Global Feed LCA Institute) tarjoamiin taulukkoarvoihin. Toimijat ovat viime vuosina keskittyneet lähtötason määrittämiseen, ja ensimmäisten päästövähennystavoitteiden asettamiseen. (Vilppula & Vilja-alan yhteistyöryhmä 2026).

Taulukko 5.3. Valittujen peltokasveja jalostavien elintarvikeyritysten KHK-päästöarvot hiilidioksidiekvivalentteina ja liikevaihto.

Yritys	Scope 1 t CO ₂ ekv ^a .	Scope 2 t CO ₂ ekv ^a	Scope 3 t CO ₂ ekv.	Lähtötaso vuosi	Konsernin liikevaihto 2024 milj. EUR.	Suomen toimintojen liikevaihto 2024 milj. EUR.
Fazer	44 149		653 594	2020	1 183	828
Vaasan	9 123		51 513	2019	1 000 ^b	146
Anora	25 816 ^c		246 306 ^d	2021	692	110
Raisio	2 640		92 620	-	226	113
Viking Malt	23 675	31 624	506 097 ^c	2021	340	44
Apetit	1 249	8 253	294 108	2019	163	163

Lähde: yritysten vuosiraportit, vastuullisuusraportit ja kotisivut.

^a Luvut kuvaavat konsernitason päästöä, paitsi Vaasanin luvut, jotka ovat vain Suomen toiminnan lukuja. ^b Lantmännen Unibake konsernin liikevaihto. ^c Ilman biogeenisiä päästöjä fermentoinnista. ^d Ainoastaan E&I päästöt SBTi-tavoiterajauksella Cat 1,4, ja 9.

FAZER

Fazerin SBTi:n hyväksymän konsernitason ilmastotavoitteiden lähtövuodeksi on asetettu 2020. Vuoteen 2025 mennessä Fazer on onnistunut vähentämään Scope 1 ja Scope 2 -päästöjä jo 41 %, ja konsernin virallinen SBTi tavoite on 42 %:n vähennys vuoteen 2030 mennessä. Käynnissä olevat ja suunnitellut toimet mahdollistavat kuitenkin selvästi tätä suuremman, jopa noin 65 %:n vähennyksen. Keskeisiä keinoja ovat tuotantolaitosten energijärjestelmien sähköistäminen, erityisesti höyryntuotannon ja leipomouunien siirrot maakaasusta sähköön, siirtyminen fossiilittomaan kaukolämpöön, biomassalla tuotettuun höyryyn sekä kokonaisuudessaan fossiilittoman sähköön käyttö. Lisäksi energiatehokkuutta parannetaan järjestelmällisesti, ja kaikki merkittävät investoinnit arvioidaan ESG-pisteytyksen avulla ilmastovaikutusten näkökulmasta.

Scope 3 -päästöt muodostavat noin 96 prosenttia Fazerin kokonaispäästöistä ja liittyvät erityisesti raaka-aineiden viljelyyn ja tuotantoon, pakkausmateriaaleihin, kuljetuksiin ja tuotteiden elinkaaren loppuvaiheisiin. Vuonna 2025 Scope 3 -päästöt olivat noin 6 %:n korkeampia vuoden 2020 lähtötasoon verrattuna, mikä johtui pääosin laskentamenetelmien ja datan tarkentumisesta, erityisesti siirtymisestä määräpohjaisiin ja toimittajakohtaisempiin päästökertoimiin. Lyhyen aikavälin tavoitteena on tästä huolimatta edelleen alun perin asetettu 42 %:n absoluuttinen vähennys Scope 3 -päästöissä vuoteen 2030 mennessä. Fazer päivittää parhaillaan tavoitettaan vastaamaan SBTi:n metsään, maankäyttöön ja maatalouteen (FLAG) liittyvää ohjeistusta.

Päästövähennystoimenpiteet arvoketjussa painottuvat raaka-aineisiin, tuotekehitykseen ja kumppanuuksiin. Fazer kannustaa toimittajiaan asettamaan omat SBTi:n mukaiset ilmastotavoitteensa, kerää yhä enemmän ensisijaista päästötietoa ja pilotoi tuotekohtaisia hiilijalanjälkilaskelmia päätöksenteon tueksi. Lisäksi uusi Lahteen rakennettava suklaatehdas on suunniteltu CO₂-päästöttömäksi ja hyödyntää laajasti sähköistystä, automaatiota ja energian talteenottoa.

Viljaraaka-aineiden osalta Fazer tekee tiivistä yhteistyötä viljajalojen kanssa uudistetun Viljavisio ohjelman kautta. Ohjelman tavoitteena on vähentää viljelyn ilmastopäästöjä, parantaa maaperän terveyttä ja tuottavuutta sekä tukea viljelijöiden osaamisen kehittymistä. Mukana olevat viljelijät sitoutuvat kestäviin viljelymenetelmiin, kuten panosten tehokkaampaan käyttöön ja uusiutuviin viljelyratkaisuihin, ja käyttävät vähähiilisiä Climate Choice -lannoitteita, joiden hiilijalanjälki on noin 75 prosenttia pienempi kuin perinteisten mineraalilannoitteiden. Fazer maksaa kestävillä periaatteilla viljelystä viljasta lisähintaa ja on tehnyt Yaran kanssa sopimuksen, jolla katetaan lannoitteiden lisäkustannukset viljelijöille. Vuonna 2025 ohjelman pilottiin osallistui 14 suomalaista viljelijää, ja tavoitteena on laajentaa toimintaa merkittävästi tulevina vuosina. Näin Viljavisio tukee konkreettisesti Fazerin Scope 3 -päästövähennystavoitteiden saavuttamista (Fazer 2026).

VAASAN

Vaasan on sitoutunut omistajansa Lantmännen Unibake -konsernin SBTi:n hyväksymiin ilmastotavoitteisiin mukaan lukien FLAG-tavoitteet. Vaasanin tavoitteena on vähentää leipomoiden oman toiminnan energiaan liittyviä Scope 1 ja Scope 2 -päästöjä 50 % vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2019 tasoon. Nämä päästöt syntyvät pääosin leipomoiden energiankäytöstä, kuten uunien polttoaineista, höyryn tuotannosta sekä kaukolämmöstä. Päästövähennystoimet ovat jo edenneet, ja leipomoiden päästöjä on onnistuttu pienentämään 14 % vuosien 2019–2025 välillä muun muassa uusiutuvan sähkön käytöllä, tuotannon tehostamisella ja leipomoverkoston kehittämällä. (Vaasan 2026a)

Scope 3 -päästöt muodostavat Vaasanin kokonaispäästöistä suurimman osan. Yli 60 % leivän ilmastovaikutuksista syntyy alkutuotannossa, erityisesti viljan viljelyssä. Tavoitteena on vähentää arvoketjuun – hankittuihin raaka-aineisiin, palveluihin, logistiikkaan ja pakkauksiin – liittyviä päästöjä noin 30 % vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2019 tasoon. Lisäksi tavoitteena on, että 72 % keskeisistä tavarantoimittajista (päästöjen perusteella painotettuna) asetetaan omat tieteeseen perustuvat päästövähennystavoitteet vuoteen 2027 mennessä. Scope 3 -päästöjä on vähennetty vuosien 2019–2025 aikana 22 % ja vuonna 2026 ohjelma laajenee vehnäan ja mukana on noin 150 suomalaista viljelijää. Ilmasto & Luonto -ohjelman piirissä oli vuonna 2025 jo 45 % Vaasanin kotimaan viljan käytöstä. Ohjelman on arvioitu vähentävän päästöjä noin 30 % verrattuna keskimääräiseen tavanomaiseen viljelyyn. Päästövähennykset syntyvät pääosin työkoneiden biopoltoaineiden käytöstä ja vähähiilisestä lannoitteesta.

Vaasanin ilmastotavoitteiden toimeenpanosuunnitelma toimii konkreettisenä tiekarttana kohti vuoden 2030 tavoitteita. Suunnitelma jäsentää päästövähennystoimenpiteet vaiheittain vuosille 2026–2030 ja tunnistaa erikseen oman toiminnan ja arvoketjun keskeiset toimet. Toimeenpanoa seurataan säännöllisesti, ja suunnitelmaa päivitetään sitä mukaa, kun primääritieto, toimittajien omat suunnitelmat ja investointien kustannusarvot tarkentuvat. Suunnitelmassa tunnistetaan myös epävarmuuksia, jotka liittyvät investointien ajoitukseen sekä arvoketjun toimijoiden etenemiseen, ja näihin varaudutaan joustavalla päivityskäytännöllä (Vaasan 2026b).

ANORA

Anora on asettanut erilliset päästövähennystavoitteet, jotka SBTi hyväksyi virallisesti syyskuussa 2024. Pitkän aikavälin tavoitteena on 90 %:n vähennys vuoteen 2050 mennessä Niihin kuuluvat lähiajan-, nettonolla- ja FLAG (Forest, Land and Agriculture) -tavoitteet. Tieteeseen perustuvien tavoitteiden lisäksi Anora on asettanut omat, erilliset tavoitteensa fossiilisten päästöjen vähentämiseksi nollaan Koskenkorvan tislaamossa vuoteen 2026 mennessä ja kaikissa omissa tuotantolaitoksissaan vuoteen 2030 mennessä ilman hiilikompensaation käyttöä.

Anora sitoutuu vähentämään absoluuttisia Scope 1, Scope 2 ja Scope 3 -kasvihuonekaasupäästöjä ostetuista tavaroista ja palveluista sekä tuotantoketjun alku- ja loppupään kuljetuksista ja jakelusta 42 % vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2021 lähtötasoon. Vuonna 2025 Scope 1 ja Scope 2 -päästöt olivat yhteensä 12 677 tCO₂ ekv., joka oli 51 % pienempi lähtövuoden arvoon verrattuna. Keskeinen osa omien päästöjen vähentämisestä on Koskenkorvan tislaamo, joka vastaa noin 79 % konsernin omista päästöistä. Vuonna 2025 Anora investoi uuteen 100-prosenttisesti uusiutuvia polttoaineita käyttävään biomasakattilaan, jonka avulla tislaamo siirtyy kokonaan fossiilivapaaseen tuotantoon vuoden 2026 loppuun mennessä. Lisäksi tislaamalla hyödynnetään tuulivoimalla tuotettua sähköä, biovoimalaitosta, jäähdytysveden lämpöpumppua sekä A-Rehun kanssa toteutettua rehukuivuria, joka vähentää höyryntarvetta jopa 20 %. Muualla Anoran tuotannossa päästöjä vähennetään uusiutuvalla energialla, energiatehokkuusinvestoinneilla, LED-valaistuksella ja LVI-järjestelmien parantamisella.

Scope 3 -päästöt ovat Anoran suurin päästölähde ja ne liittyvät erityisesti ostettuihin tuotteisiin ja palveluihin, kuten ohran ja viinin viljelyyn, pakkauksiin sekä logistiikkaan. Anora on sitoutunut vähentämään keskeisistä Scope 3 -kategorioista syntyviä päästöjä 42 % vuoteen 2030 mennessä ja 90 % vuoteen 2050 mennessä. Scope 3 -kategorian suurimman kategorian ostettujen tavaroiden päästöt olivat 6 % alemmalla tasolla vuonna 2025 verrattuna vuoden 2021 tasoon. Vuonna 2025 käynnistettiin Scope 3 -ilmastotiekartta, jossa tunnistettiin viljan, viinin, pakkausten ja logistiikan keskeiset päästövähennystoimet. Konkreettisia toimia ovat muun muassa kevyempien ja kierrätettyjen pakkausmateriaalien käyttö, kierrätyslasin osuuden nostaminen Koskenkorva-pulloissa sekä siirtyminen vähäpäästöiseen ja osin fossiilivapaaseen logistiikkaan, joka Ruotsissa kattaa jo yli 90 % jakelusta.

FLAG-päästöt syntyvät erityisesti viljelystä ja maankäytöstä ohran ja viinin alkutuotannossa. SBTi:n validoimien tavoitteiden mukaisesti Anora on sitoutunut vähentämään Scope 1 ja Scope 3 FLAG -päästöjä 30,3 % vuoteen 2030 mennessä ja 72 % vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoden 2021 lähtötasoon, sekä torjumaan metsäkatoa hankintaketjuissaan.

Viljanhankinta on merkittävä osa Anoran ilmastotyötä. Anora on yksi Suomen suurimmista ohran ostajista ja hankki vuonna 2025 noin 165 miljoonaa kiloa suomalaista ohraa, mikä vastaa merkittävää osuutta koko maan sadosta. Yhteistyössä Baltic Sea Action Groupin (BSAG) ja ProAgrian kanssa Anora edistää uudistavaa viljelyä, joka parantaa maaperän terveyttä, lisää hiilensidontaa, vähentää ravinnevalumia ja pienentää viljelyn ilmastopäästöjä. Uudistavan viljelyn käytännöt, kuten maanmuokkauksen vähentäminen, kerääjäkasvien käyttö, monipuolinen viljelykierto ja orgaanisten, kierrätyspohjaisten lannoitteiden suosiminen, voivat muuttaa pellot hiilinieluisiksi. Vuonna 2025 uudistavasti viljellystä ohrasta tuotetun etanolin osuus Anoran omissa viljaviinatuotteissa nousi 3,58 %:iin, ja tavoitteena on kasvattaa osuus 30 %:iin vuoteen 2030 mennessä. Vuonna 2025 päivitettyissä ohran sopimusviljelyehdoissa kannustetaan rahallisesti tilatasoisen päästötiedon toimittamiseen, suositellaan hyväksytyjen orgaanisten kierrätyslannoitteiden käyttöä ja kannustetaan uudistaviin menetelmiin maaperän terveyden parantamiseksi BSAG:n ohjeistuksella (Anora 2026).

RAISIO

Raision SBTi:n hyväksymät lyhyen aikavälin tavoitteet ulottuvat vuoteen 2030, ja pitkän aikavälin tavoitteena on saavuttaa nettonollapäästöt vuoteen 2050 mennessä. Päästövähennystavoitteet perustuvat vuoden 2021 päästötasoon Scope 1 ja Scope 2 -päästöissä sekä vuoden 2022 tasoon Scope 3 -päästöissä, ja ne kattavat Raision koko arvoketjun. Päästövähennysten etenemisen mittaamista hankaloittaa paitsi eri lähtövuodet, myös muuttunut konsernirakenne ja muuttuneet laskentamenetelmät. Vuoden 2025 Scope 1, Scope 2 ja Scope 3 -päästöt eivät ole suoraan vertailukelpoisia vuoden 2024 lukuihin, koska Scope 3 -laskennan kattavuutta on laajennettu (Raisio 2026, s. 126).

Scope 1 ja Scope 2 -päästöt, jotka syntyvät Raision omasta toiminnasta ja ostetusta energiasta, ovat vähentyneet merkittävästi pitkäjärteisen kehitystyön ansiosta. Raision tehdasalueella lämmön ja höyryn tuotanto perustuu kotimaiseen, sertifioituun hakkeeseen, ja Nokian tuotantolaitoksella hyödynnetään kaurankuorta energiantuotannossa. Vuoden 2025 alusta lähtien Raision kaikki tuotantolaitokset käyttävät uusiutuvaa sähköä, ja tehtaan sähkö, lämpö ja höyry ovat olleet käytännössä hiilineutraaleja jo usean vuoden ajan.

Raisio on sitoutunut vähentämään Scope 3 -päästöjä SBTi -vaatimusten mukaisesti vuoteen 2030 mennessä, ja toimenpiteet kattavat niin FLAG-päästöt kuin muut arvoketjun päästöt. Myös logistiikassa edistetään vähäpäästöisiä kuljetusratkaisuja, ja pakkausmateriaalien osalta kehitetään kevyempiä ja paremmin kierrätettäviä ratkaisuja yhteistyössä toimittajien kanssa.

FLAG-päästöt (Forest, Land and Agriculture) liittyvät erityisesti viljelyyn, maaperän päästöihin ja maankäyttöön. Raisio on tunnistanut, että viljaraaka-aineiden viljely on ratkaisevassa asemassa päästövähennystavoitteiden saavuttamisessa. Tästä syystä yhtiö tekee tiivistä yhteistyötä sopimusviljelijöidensä kanssa kestävien ja uudistavien viljelykäytäntöjen edistämiseksi. Yhteistyö perustuu pitkäjärteiseen sopimusviljelyyn, jossa kerätään tilakohtaista viljelytietoa hiilijalanjäljen laskentaa varten Cool Farm Tool -mallilla. Viljelijät saavat palautetta omista päästöistään sekä ohjeita niiden vähentämiseen. Raisio on selvittänyt viljojen hiilijalanjälkeä systemaattisesti vuodesta 2023 alkaen, ja tarkastelu on laajennettu kaurasta ohraan, rukiiseen sekä syys- ja kevätvehnään. Tulokset osoittavat, että Raision sopimusviljelijöiden viljojen hiilijalanjälki on keskimäärin alle suomalaisen keskiarvon, ja keskeisimmät päästölähteet ovat lannoitteiden käyttö ja maaperän päästöt.

Raision oma työkalu viljatilayhteistyössä on Kauran kestävä viljelyn sopimus (KeVi-sopimus), joka lanseerattiin kasvukaudelle 2025. Sopimus sisältää toimenpiteitä, kuten vähäpäästöiset lannoitteet, talviaikainen kasvipeitteisyys, uusiutuvien polttoaineiden käyttö ja osallistuminen hiilijalanjälkilaskentaan. Sopimuksen tavoitteena on parantaa pellon kasvukuntoa, lisätä hiilen sidontaa maaperään ja vähentää viljelystä syntyviä päästöjä, ja viljelijöille maksetaan tästä erillinen sopimuspalkkio. Uudistuva viljely on Raision ilmastostrategiassa merkittävin keino pienentää FLAG - ja Scope 3 -päästöjä. Raision näkökulmasta viljelijäyhteistyö yhdistää ilmastotavoitteet, alkutuotannon kehittämisen ja koko ruokaketjun kestävyuden.

APETIT

Apetitin tavoitteena oli vähentää Scope 1 ja Scope 2 -päästöjä 75 % vuoteen 2025 mennessä vertailuvuodesta 2019, ja tavoite ylitettiin selvästi: päästöt vähenivät 80 %. Vähennys on saavutettu siirtymällä uusiutuviin energiaratkaisuihin ja parantamalla energiatehokkuutta. Apetitin tuotantolaitoksilla käytetystä energiasta 81 % oli uusiutuvista lähteistä vuonna 2025, kun vastaava osuus oli vain 10 % vuonna 2019.

Vuonna 2025 Apetitin Scope 3 -päästöt olivat noin 213 600 t CO₂ ekv., eli noin 98 prosenttia kokonaispäästöistä. Suurin yksittäinen päästölähde on ostetut tuotteet ja palvelut (87,1 %), erityisesti kasvipohjaisten raaka-aineiden viljely. Muita merkittäviä päästökategorioita ovat ylä- ja alavirran logistiikka (yhteensä noin 4 %), myytyjen tuotteiden käyttö mukaan lukien laskennallinen ruokahävikki (3,1 %) sekä jätteiden käsittely (Apetit 2026).

Yhteistyö peltokasviljelijöiden kanssa on Apetitin ilmastotyön keskiössä, sillä viljelyllä on ratkaiseva merkitys Scope 3 -päästöihin. Yli 80 prosenttia Apetitin kasvis- ja ruokapakasteissa käytettävistä raaka-aineista hankitaan suoraan kotimaisilta sopimusviljelijöiltä.

Viljelyn ilmastovaikutusten pienentämisessä korostuvat satotason nosto, maaperän kasvukunnon parantaminen ja panosten tehokas käyttö, jolloin päästöt jakautuvat suuremmalle satomäärälle ja hiilijalanjälki tuotettua kiloa kohti pienenee. Apetit edistää näitä tavoitteita muun muassa lajikekokeilla, viljelykiertojen kehittämisellä ja viljelijäkoulutuksella. Lisäksi Apetit on mukana RypsiRapsi-foorumissa, jonka tavoitteena on lisätä kotimaisten öljykasvien viljelyalaa ja satotasoa sekä tuottaa uutta tutkimustietoa viljelyn kehittämiseksi. Yhteistyö tukee sekä ilmastopäästöjen vähentämistä että viljelyn taloudellista kannattavuutta.

VIKING MALT

Viking Maltin SBTi:n hyväksymänä konsernitason päästövähennystavoitteena on vähentää Scope 1 ja Scope 2 -kasvihuonekaasupäästöjä 42 % vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoteen 2021. Vuonna 2025 yhtiö oli jo saavuttanut noin 30 % vähennyksen näissä päästöissä uusiutuvaan energiaan siirtymisen, energiatehokkuuden parantamisen sekä omien energiainvestointien myötä. Lämmön talteenoton ja bioenergian (esim. puuhake ja biopolttoaineet) avulla tavoitellaan lisää päästövähennyksiä.

Scope 3 -päästöt muodostavat noin 90 % Viking Maltin kokonaispäästöistä, ja niistä suurin osa syntyy raaka-aineiden, erityisesti maltaaksi käytettävän ohran viljelystä. Yhtiön strategiana on siirtyä asteittain tarkempaan tilatason päästölaskentaan ja edistää uudistavaa viljelyä. Vuonna 2025 noin 2,7 % konsernin kuuden maan toiminta-alueella hankitun ohran päästöjä raportoitiin tilatason primääridatan pohjalta. Tavoitteena on kasvattaa tämä osuus 39 %:iin vuoteen 2030 mennessä. Tilatason mittaukset osoittavat, että uudistavan viljelyn tuottaman ohran päästöt (0,3–0,6 kg CO₂ ekv./kg) ovat jopa 35 % alempia keskiarvoihin nähden.

Yhtiö tekee tiivistä yhteistyötä viljelijöiden kanssa mm. SAI Regenerating Together -ohjelman kautta Suomessa sekä Puolassa (2026–2028), jossa 15–20 viljelijää siirtyy uudistavaan viljelyyn yli 1 000 hehtaarin alueella. Viljelijöitä tuetaan koulutuksella, datatyökaluilla ja taloudellisilla kannustimilla, ja heitä palkitaan sovittujen uudistavien käytäntöjen käyttöönotosta. Lisäksi Viking Malt tavoittelee 100 % SAI FSA -sertifioidun ohran hankintaa vuoteen 2030 mennessä (Viking Malt 2026).

5.3. ELINTARVIKEYRITYSTEN JA MAATILOJEN TOIMENPITEIDEN HUOMIOON OTTAMINEN KASVIHUONEKAASUINVENTAARIOSSA

Ruokateollisuuden vastuullisuusohjelmien yhteydessä on noussut esille tarve ja haasteet saada ohjelmien toteutuneita toimenpiteitä päästövaikutuksineen näkyviin kasvihuonekaasuinventaarioon. Tämä nähdään yrityksissä keskeisenä ilmastotoimien ja ilmastopolitiikan hyväksyttävyyden kannalta. Tähän liittyen alla luetellaan tärkeimpiä esille nousseita kysymyksiä.

Turvepellot muodostavat suurimman yksittäisen päästölähteen maataloudessa. IPCC-ohjeistuksen mukaisesti kasvihuonekaasuinventaariossa (Tilastokeskus 2025) orgaanisiksi viljelysmaiksi luetaan pellot, joiden maaperän ylimmässä 20 cm:ssä orgaanisen hiilen osuus on yli 20 %, mikä vastaa noin 35 % orgaanista ainesta. Tämä määritelmä poikkeaa monista kansallisista luokituksista ja kartoista, joissa turvemaat tai turvepellot rajataan usein paksumman turvekerroksen tai korkeamman orgaanisen aineksen pitoisuuden perusteella (esim. ≥ 30 cm turvetta tai ≥ 40 % orgaanista ainesta). Tämän vuoksi kasvihuonekaasuinventaariossa turvepeltojen pinta-ala määritetään yhdistämällä maannostietokannan (Lilja ym. 2017) hyvin humuspitoiset pellot ja Maatu-turvemaiden paikkatietokannan vähintään 30 cm paksut turvepellot, jotta IPCC:n orgaanisten viljelysmaiden määritelmä tulee kattavasti huomioiduksi. IPCC:n määritelmän täyttävien turvepeltojen pinta-ala on viime vuosina ollut noin 270 000–290 000 ha.

Suomen kasvihuonekaasuinventaarion maaperäpäästöjen laskelmien pohjana on kaksi kartta-aineistoa: GTK:n tekemä maannostietokanta ja Luken Maatu-aineisto. Nämä aineistot kuvaavat peltojen jakaumaa eri maaperäryhmiin tietynä ajankohtana. Orgaanisten maiden orgaanisen aineksen pitoisuus kuitenkin muuttuu ajan myötä. Viljelyn seurauksena maaperän hiilipitoisuus vähitellen laskee ja päästöt vähenevät, mutta näitä pitkäaikaisia muutoksia ei toistaiseksi ole huomioitu aikaisempien vuosien kasvihuonekaasuinventaarion laskelmissa. Pitkällä aikajänteellä orgaaniset maat muuttuvat viljelyssä koostumukseltaan kivennäismaiden määritelmän suuntaan. Vähennemistahdista on kerätty tutkimustietoa mittaamalla samojen konkreettisten lohkojen orgaanisen aineksen pitoisuuksia eri vuosina. Mittausväli on ollut 10 vuotta sadoilla eri mittauspisteillä. Näitä tutkimustuloksia hyödyntämällä on tarkoitus tarkentaa maaperäpäästöjen laskentaa tulevissa inventaariolaskelmissa. Hajontanopeus on oletettavasti vakaa, mutta lämpötilan nousu voi kiihdyttää sitä (Heikkinen ym. 2022).

Orgaanisten maiden päästöt ovat kasvaneet koko EU-jäsenyyden ajan (Kuva 2.4 luvussa 2) Orgaanisten maiden päästöjen kasvu oli voimakkaimmillaan 2000-luvulla. Kasvun tahti maltillistui 2010-luvulla ja on hidastunut entisestään 2020-luvulla. Syynä on ollut peltoalan muutokset. Maatalousmaa on kasvanut joka vuosi tuhansilla hehtaareilla uusien raivausten myötä, ja näistä noin puolitoista tuhatta hehtaaria on ollut turvemaata. Raivaukset on tehty ensisijaisesti metsäalueille, joiden maalajeista on pidetty kirjaa valtakunnan metsien inventaarion (VMI) yhteydessä. Näin tiedetään, kuinka paljon orgaanisia maita on tullut vuosittain raivatuista pelloista. Tiedon tarkkuus on kuitenkin rajallinen, koska VMI on otantaan perustuva järjestelmä, eivätkä yksittäisten peltolohkojen raivaukset tai käytön muutokset peltolohkoittain näy heti suoraan kasvihuonekaasuinventaarion laskelmissa.

Maaperäpäästöjen laskentaan sovelletaan IPCC:n kosteikkoliitteissä annettuja päästökertoimia eri ilmastovyöhykkeille ja maankäyttömuodoille. Eri kertoimia käytetään yksivuotisille viljakasveille ja monivuotiselle nurmelle. Yksivuotisten kasvien viljelyn aiheuttamat päästöt ovat korkeampia muun muassa maanmuokkauksen intensiteetin takia. Suomen laskelmissa käytetyt kertoimet perustuvat ennen kaikkea kotimaisiin ja pohjoismaisiin tutkimustuloksiin. Suomessa turvemaiden osuus viljelyalasta on suhteellisen korkea, mikä selittää turvemaista tehtyjen tutkimusten määrän. Erillistä, kotimaisesta tutkimuksesta saatua kerrointa käytetään vain hylätyille orgaanisille pelloille.

Yhtä ja samaa kerrointa on käytetty maille, joissa on eripaksuisia turvekerroksia. Tutkimustulokset ovat antaneet viitteitä heikosta riippuvuussuhteesta turvekerroksen paksuuden ja maaperän päästöjen välillä. Sen sijaan vedenpinnan korkeudella on todettu olevan merkittävämpi päästöjä ohjaava vaikutus. Mitä korkeammaksi vedenpinta on säädetty, sitä pienemmät ovat lohkon päästöt (Kekkonen ym. 2019).

Valitettavasti yritysten tekemien toimenpiteiden seurauksena muuttuneet olosuhteet turvemailla eivät kanavoidu sellaisenaan laskelmiin. Elintarvikeyritykset tai maatilat eivät raportoi yksityiskohtaisesti tekemiään toimenpiteitä. Tietojen välitys sujui luontevimmin Ruokaviraston peltolohkotietojen ja tukirekistereiden tietokantojen kautta. Hallinnoivan viranomaisen tukirekisterit ovat monimutkaisia: aineisto kerätään tiloilta pitkien kyselyiden kautta, eikä ole tuntunut järkevältä vaihtoehdolta pitkittää maatalojen kyselyjä ympäristötoimenpiteillä. Yhtenä vaihtoehtona on pohdittu, voisivatko elinvoimakeskukset kerätä tiedot keskitetysti alueiltaan tai perustaa tiedotuskanavan itsenäisille tiloille tietojen toimittamiseksi kasvihuonekaasulaskentaa varten.

Biokaasulanta ei ole toistaiseksi ollut inventaariolaskelmassa mukana, koska tietopohja mm. laitosten teknisistä ratkaisuksista tai siitä kuinka paljon lantaa laitoksissa käsitellään, on ollut puutteellinen, vaikka Tilastokeskus ylläpitääkin rekisteriä biokaasun tuotantomääristä. Viime vuosina Luonnonvarakeskus on kyselyin täydentänyt tietopohjaa lantaa käsittelevien laitosten osalta ja lantabiokaasun sisällyttäminen inventaarioon on suunnitteilla. Lannalla toimivia biokaasulaitoksia voidaan karkeasti jakaa kahteen ryhmään laitoksen kokoluokan sekä sijoittajan perusteella: (1) yksittäisten maatilojen laitoksiin sekä (2)

maatilojen yhteenliittymien tai suurten yritysten rakentamiin laitoksiin. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat pienet laitokset käsittelevät yhden tai muutaman tilan lantaa, ylijäämäsilörehua tai sivuvirtoja. Suuret laitokset prosessoivat kymmenien tai satojen maatilojen lantaa.

Biokaasutuotanto ei ole ollut kasvihuonekaasulaskelmissa mukana, ja niitä on tarkoitus ottaa mukaan syksyn 2026 laskelmiin ensimmäistä kertaa. Maatilakohtaisia, yhden tai muutaman tilan biomassaa käsitteleviä biokaasulaitoksia on perustettu Suomessa muutama kymmenen viiden vuoden sisällä. Suuret lantaa käyttävät biokaasulaitokset ovat aloittaneet toimintansa vuosina 2025–2026. Mikäli suunnitelmat toteutuvat, ne saattavat käsitellä 10–25 % kaikesta Suomessa syntyvästä lannasta. Tämä on volyyymi, mikä tulee jo näkymään kasvihuonekaasuinventaarion luvuissa. Biokaasulaitosten huomioiminen kasvihuonekaasulaskelmissa on helpompi tehtävä keskitetysti saatavilla olevan tiedon ansiosta.

Orgaanisen maan ja lannan lisäksi eläinten ruoansulatus on maatalouden merkittävimpiä päästölähteitä (Kuva 2.3 luvussa 2). Nautakarjan osuus on ollut yli 90 % ruoansulatuksen päästöistä. Viime viiden vuoden laskevaa trendiä selittää eläinten lukumäärän väheneminen: lehmien lukumäärä on laskenut sekä lypsy- että emolehmien joukossa. Metaanipäästöjä vähentävien ruokintainnovaatioiden vaikutusta ei ole otettu laskelmissa huomioon. Toisaalta niiden käyttö on ulottunut rajalliseen määrään tiloja. Maatalouden kokonaispäästöissä erottuvia tuloksia voidaan saada vasta, kun ruokintainnovaatioiden käyttö yleistyy tai uusi innovaatio tuotantorakennuksien metaanin talteen ottamiseksi tulee mahdolliseksi isossa mittakaavassa. Kasvihuonekaasuinventaarion voi kuitenkin huomioida sellaisia toimia, joiden käytön laajuudesta on saatavilla riittävän kattavaa ja luotettavaa tietoa koko maan mittakaavassa.

Jatkossa tarvitaan parempaa vuorovaikutusta ja tehokkaasti siirrettäviä aineistoja elintarvikeyritysten, maatilojen, alueellisten ja valtakunnallisten viranomaisten sekä kasvihuonekaasuinventaarion laskelmia tekevien asiantuntijoiden kesken ajankohtaisen ja oikean kuvan saamiseksi kaikista maatalouden päästölähteistä. Lisäksi tutkimuksen on jatkossakin tuotettava päästöjä vähentäviä ja tuotantoa tehostavia innovaatioita sekä laskettava tieteellisesti validoituja kotimaisia kertoimia, joita on mahdollista käyttää maatilojen ja yritysten hiilijalanjälkien laskennassa sekä kasvihuonekaasuinventaarion lukujen tarkentamisessa (mm. Carbon Action -hankkeet sekä nyt alkavat uudet hankkeet ja tutkimukset, kuten FoVi, Ravinnevaikutus, SCiLF ja maaperän hiilitaselaskelmat – PhD).

Elintarvikeyritysten Scope 3 -kategoria sisältää ensisijaisten raaka-aineiden lisäksi myös laajan kirjon muita raaka-aineita, jotka ovat volyymiltään pienempiä, mutta mahdollisesti myös kotimaista alkuperää. Tällaisia ovat esimerkiksi vihannekset tai marjat, joita käytetään valmisruokien tuotannossa, leipomo- tai meijeriteollisuudessa ym. Näiden pienempien raaka-aineiden hiilijalanjäljen laskentaan joudutaan käyttämään ulkomaisia mallinnustuloksia tai kertoimia, koska kotimaan vastaavista ei ole kattavasti saatavilla kolmannen osapuolen tekemiä tieteellisesti validoituja laskelmia. Tulevina vuosina tarvitaan tarkentavia laskelmia kotimaan raaka-ainetuotannosta, koska niin kauan kuin laskelmien pohjana on ulkomaiset luvut, suomalaisten yritysten lopputuloksiin näiden osalta ei vaikuta mikään muu kuin käytetyt volyymit.

5.4. ILMASTOTAVOITTEIDEN AJURIT JA YRITYSTEN MOTIVAATIOT

5.4.1. Asiakkuudet ja liikekumppanuudet kaupallisten motiivien pääajurina

Vastuullisuuden ja sen osa-alueena ilmastostrategian kaupalliset hyödyt ovat vaikeasti mitattavissa. Etenkin kansainvälisissä kauppasopimuksissa on harvoin mahdollista saavuttaa lisäeuroja pelkästään edullisen hiilijalanjäljen ansiosta. Vaikka näitä ja vastuullisuuden muihin lisäarvotekijöihin investoituja kustannuksia on vaikea kotiuttaa markkinoilta, panostukset nähdään yritysmaailmassa välttämättöminä.

Maailmanlaajuisesti elinkeinoelämän tärkeimpänä motiivina pidetään ilmaston lämpenemisen torjunnasta kannettavaa aitoa huolta ja vastuuta. Viimeisten 10–20 vuoden aikana laajaan käyttöön levinneet kansainväliset standardit, kuten GHG-protokolla ja SBTi, ovat mahdollistaneet yrityskohtaisten tavoitteiden asettamisen, laskennan ja seurannan kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä. Suurimmat monikansalliset yritykset ovat viitoittaneet tietä, ja vähitellen ilmastostrategia on juurtunut myös kansallisesti merkittävien toimijoiden yritysstrategioihin.

Nykyään ilmasto-ohjelmien kaupalliset motiivit tulevat täysimääräisesti B2B- (business to business) -yhteyksien kautta. Yritysassiakkaat edellyttävät tavarantoimittajiltaan raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja ainesosien matalaa hiilijalanjälkeä omien Scope 3 -tavoitteidensa saavuttamiseksi. Yrityshaastatteluista on saatu käsitys, että pienestä hiilijalanjäljestä on tullut pikemminkin kaupanteon *perusedellytys* kuin lisäarvotekijä. Sitä arvostetaan laajalti esimerkiksi pitkäaikaisissa sopimuksissa, mutta satunnaisessa kaupankäynnissä siitä voi tulla kilpailutuksen perusta tai asiakkuuden säilyttämisen ehto.

Kuluttajat eivät ole olleet erityisen halukkaita maksamaan vastuullisuudesta tai pienestä hiilijalanjäljestä lisähintaa. Tämä pätee haastateltavien yritysten mukaan sekä ulkomailla että Suomessa. Kotimaisten kuluttajien ruokaostoksia ohjaavia kriteerejä on kartoitettu identtisellä kyselyasetelmalla 2020-luvulla kahdesti (Forsman-Hugg ym. 2024; Forsman-Hugg ym. 2025).

Varsin erilaisista taloudellisista olosuhteista huolimatta kuluttajien ostokriteerit noudattivat samaa mallia. Ruokaostoksiin ylivoimaisesti eniten vaikuttava tekijä oli kummallakin kerralla hinta, jota seurasivat maku ja laatu. On huomionarvoista, kuinka vähän kriteerien sijoitukset ja vastausprosentit muuttuivat kahden vuoden ajanjaksolla. Viidentoista ruokaostoksiin vaikuttavan tekijän joukossa vastuullisuus sijoittui molemmilla kerroilla kahdenneksitoista ja ilmastoystävällinen tuotantotapa peräti neljänneksitoista. Tuotteen ilmastoystävällisyys vaikutti vain 7–9 %:n kuluttajien ostopäätöksiin.

5.4.2. Vastuullisuus on yksi osa-alue moniulotteisessa yritysstrategiassa

Yritysstrategia on moniulotteinen kokonaisuus, jota ohjaa useamman osastrategian yhtäaikaisen optimoinnin tarve. Yrityksen toiminnan on oltava kestävää varmistaakseen sukupolvia ylittävän toiminnan jatkuvuuden. Elkington (1998) perusti Triple Bottom Line -konseptin, jonka mukaan yritystoiminnan kestävyys sisältää kolme samanarvoista ulottuvuutta taloudellisen, ekologisen ja sosiaalisen kestävyuden. Yritysten näkökulmasta yksikään näistä ei saa tulla toisten yliajeksi, koska se tekisi toiminnasta pitkällä aikavälillä kestämatöntä. Esimerkiksi satsaukset ekologiseen ja sosiaaliseen kestävyyteen eivät voi ylittää taloudellista kantokykyä, eivätkä ne saa vaarantaa liiketoiminnan jatkuvuutta, vaan yritysten on kyettävä toimimaan kannattavasti ja vakaasti.

Yritysten ilmastotoimenpiteitä on arvioitava kolmiulotteisen kestävyuden viitekehyksessä. Kasvihuonekaasupäästöjä vähentävistä toimenpiteistä osa parantaa samalla kannattavuutta joko (1) uuden liiketoiminnan tai (2) tuottavuuden kasvun kautta.

1. Uuden liiketoiminnan paras esimerkki ovat biokaasulaitokset, joiden ansiosta on mahdollista vähentää lannan metaanipäästöjä, optimoida ravinteiden käyttöä, vähentää hävikkiä hyödyntämällä ylijäämärehua sekä samalla valmistaa uusiutuvaa energiaa, jolla on selkeä kaupallinen arvo.
2. Tuottavuus kohoaa esimerkiksi rehuhyötysuhteiden paranemisen tai uusiutuvan viljelyn toimenpiteiden seurauksena korkeampien hehtaarisatojen ansiosta. Tuottavuuden kasvu paitsi pienentää yksikkökohtaisia päästöjä, myös parantaa toiminnan kannattavuutta resurssitehokkuuden myötä.

Osa päästövähennystoimenpiteistä tuo mukanaan muita lisähyötyjä, kuten ruoan huoltovarmuuden paranemisen tai monimuotoisuuden lisääntymisen. Esimerkiksi soijan rehujaikojen korvaaminen kotimaisilla palkokasveilla vähentää täydennysvalkuaisrehujen tuontiriippuvuutta ja monipuolistaa viljelykiertoa.

Valtioneuvoston kanslia julkaisi hiljattain kansallisen ruokastrategian, laajan synteessin erilaisista strategisista tavoitteista. Siinä on eritelty seuraavat strategiset päämäärät: (1) kannattavuus ja reiluus, (2) huoltovarmuus, (3) luonnon kantokyky ja (4) ruokakulttuuri ja hyvinvointi. Tämän selvityksen aiheena olevat ilmastovaikutukset on kirjattu ruokastrategian kolmannen päämäärän strategisena tavoitteena nro 1 (Valtioneuvoston kanslia 2025, s. 18).

Elintarvikeyritysten yritysstrategiat koostuvat useasta osa-alueesta: yritystoimintaa ohjaavat strategiset peruspilarit, kuten taloudellinen kannattavuus ja kasvu sekä vastuullisuus. Yksittäisten yritysten strategiset tavoitteet muodostavat perustan koko Suomen ruokasektorin vastaaville strategisille linjauksille. Tietyissä konkreettisissa tapauksissa ruokasektorin pitkäaikaiset strategiset tavoitteet, kuten päästövähennykset, huoltovarmuus ja taloudellinen kasvu, saattavat ajautua keskenään väliaikaiseen, osittaiseen tai näennäiseen ristiriitaan.

Esimerkiksi huoltovarmuuden ja päästötavoitteiden välillä voi syntyä ristiriita. Suomen huoltovarmuuden strateginen tavoite on valkuaisomavaraisuuden parantaminen kaikilla tasoilla, tuotantopanoksissa, maataloustuotannossa sekä elintarviketuotannossa. Täydennysvalkuaisrehun omavaraisuusaste oli 27 % vuonna 2024 (Jansik ym. 2024b). Sen tärkeänä osatekijänä on ollut kotimainen öljy- ja valkuaiskasvituotanto. Kotimaisella rypsilä ja rapsilla on katettu vain reilu neljännes Suomessa puristetusta rapsista. Kolme neljäsosaa rapsisiemenestä on tuotu pääosin Baltiasta. Huoltovarmuuden näkökulmasta on tavoiteltavaa nostaa omavaraisuusastetta, mutta se samalla heikentää rapsipuristuksen ilmastovaikutuksia. Baltian rapsin hiilijalanjälki on Suomea alhaisempi eli parempi. Jos Suomen rypsin ja rapsin tuotantoa onnistutaan kasvattamaan, se samalla lisää kyseisten suomalaisten yritysten Scope 3 -päästöjä. Ero hiilijalanjälkien välillä johtuu ennen kaikkea satotaseroista. Baltian maiden matalat yksikkökohtaiset hiilipäästöt johtuvat rapsin huomattavasti korkeammista keskisadoista. Eroa voidaan kuroa umpeen tuottavuutta eli hehtaarisatoja nostamalla, mutta siihen tarvitaan aikaa ja lukuisia viljelytekniisiä toimenpiteitä.

Toisaalta ristiriitoja voi syntyä teoriassa Suomen ruokasektorin kasvu- ja päästövähennystavoitteiden välille. Biotalousstrategiassa (Valtioneuvoston kanslia 2022) seitsemän hallinnonalan yhdessä asettamien kasvutavoitteiden viitoittamana Luonnonvarakeskus on julkaissut keskustelunavauksen ja skenaariolaskelmat metsäsektorista (Lintunen ym. 2023; Österberg ym. 2024) ja ruokasektorista. Jälkimmäisestä Luken tekemä ensimmäinen keskustelunavaus linjasi alan parhaan kasvupotentiaalin, joka sai nimekseen TOIVO-skenaario (Jansik ym. 2024a). Sen toteuttaminen edellyttää sekä hallinnon että elinkeinon yritysten sitoutumista kasvuun ja viennin edistämiseen. Myöhemmin valmistuneessa PERUS-skenaariossa kasvupolku määriteltiin sen sijaan menneiden vuosien kasvutrendien jatkumona (Jansik ym. 2025). Kehityspolku toteutuu, mikäli hallinnon ja elinkeinon kasvu- ja

vienninedistämistoimenpiteitä ei toteuteta, vaan liiketoiminta jatkuu edellisvuosien tapaan. Kaksi skenaariota määrittelevät kehityksen ääri­laidat, ja elintarvikesektorin todellisen kasvun odotetaan sijoittuvan näiden väliin.

TOIVO- ja PERUS-skenaarioiden välinen ero jalostusarvon kasvussa on eritelty toimialoittain kuvassa 5.3. Elintarvikesektorin jalostusarvo oli vuonna 2020 noin 4,5 mrd. €, ja vuoteen 2035 mennessä se kasvaisi TOIVO-skenaariossa 1,75 mrd. €, PERUS-skenaariossa vain 0,57 mrd. €. Vastaavasti liikevaihdon kasvu olisi TOIVO-skenaariossa vajaat 5 mrd. € ja PERUS-skenaariossa vain 2 mrd. €.

Suurimmat erot kahden skenaarion välillä näkyvät uusien arvoketjujen, kuten soluviljelyn ja kasviproteiinien, aloilla sekä suurimmissa perinteisissä arvoketjuissa, kuten maito-, kala-, kaura- ja lihatuotteiden aloilla. Kasvun saavuttaminen nähdään mahdolliseksi ensisijaisesti jalostusarvoa lisäämällä, mikä pitäisi suurimmaksi osaksi aisoissa kasvun aiheuttamia ilmastovaikutuksia. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi maito- tai kauratuotteiden tuotanto voisi synnyttää huomattavaa lisäliikevaihtoa nykyisiä tai jopa nykyistä vähäisempiä raaka-ainevolyymeja käyttäen, mikäli maidosta tai kaurasta valmistetaan pidemmälle jalostettuja, korkeampihintaisia erikoiselintarvikkeita. Maito ja kaura ovat raaka-aineita, jotka taipuvat monipuolisen jalostus- ja TKI-toiminnan kohteiksi. Liha ja kala ovat puolestaan raaka-aineita, jotka tarjoavat rajallisempia mahdollisuuksia jalostaa niitä yhtä monipuolisiksi tai uudentyypisiksi elintarvikkeiksi. Lihasektorin kasvu edellyttäisi ainakin osittain raaka-ainevolyymien nostamista. On kuitenkin muistettava, etteivät päästöt nouse suorassa suhteessa tuotettuun lihavolyymiin, koska lihayritysten päästöjä vähennetään jatkuvasti tuotettua lihakiloa kohden.



Kuva 5.3. Elintarvikesektorin jalostusarvon kasvu toimialoittain TOIVO ja PERUS-skenaarioissa vuodesta 2020 vuoteen 2035. Lähde: Jansik ym.2024a ja Jansik ym. 2025.

5.5. YHTEENVETO ELINTARVIKETEOLLISUUDEN VASTUULLISUUSOHJELMISTA

Vastuullisuus on vakiinnuttanut paikkansa suomalaisten elintarvikeyritysten strategian olennaisena osana viime vuosien aikana. Yritykset ovat raportoineet tavoitteitaan ja tuloksiaan joko erillisten vastuullisuus- tai kestävyysraporttien muodossa tai perinteisten vuosiraporttinsa puitteissa. Viestintä on ulottunut myös yritysten nettisivustoon sekä lehdistötiedotteisiin ja uutisiin tärkeimmistä toimenpiteistä tai saavutuksista.

Elintarvikeyritysten tavoitteet, toimenpiteet ja tulokset ovat jääneet huomaamatta kuitenkin yhdeltä tärkeältä kohderyhmältä, kansallisesta hiilipäästöstä kiinnostuneista, mutta sitä ensisijaisesti kasvihuonekaasuinventaariosta seuraavista median ja kansalaisjärjestöjen edustajista, päätöksentekijöistä, poliitikoista, tutkijoista, some vaikuttajista ja muista ympäristötietoisista kansalaisista. Elintarvikeyritysten on jatkossa mietittävä, miten viestinsä muotoilevat ja esittävät, ja millä viestintäkanavilla kyseiset kohderyhmät ovat parhaiten tavoitettavissa.

Kokonaiskuvan muodostaminen yritysten päästötavoitteista ja niiden etenemisestä on ollut haasteellista paitsi lähteiden runsaudesta myös niiden sisällöllisistä ja menetelmällisistä eroista johtuen. Laskentamenetelmien ja tavoitteiden asetannan kansainväliset standardit ovat olleet käytettävissä GHG protokollan sekä SBTi:n hyväksyntäprosessien myötä. Näistä huolimatta vertailtavuus sekä suomalaisten yritysten keskuudessa kotimaassa että suomalaisten ja kansainvälisten yritysten kesken on ollut hankalaa.

Erot johtuvat esimerkiksi laskelmien ja seurannan pohjaksi valituista ajanjaksoista ja eri lähtövuosista. Lyhyen aikavälin tavoitteiksi on myös määritelty eri vuosilukuja. Osa yrityksistä on tilannut laskelmia ulkopuolisilta, osa on suorittanut ne omia resursseja käyttäen. Lisäksi GHG protokollan osana Scope 3 -kategorian sisällöksi ehdotetuista arvoketjun ylä- ja alavirtojen toiminnoista yritykset ovat ottaneet valittuja komponentteja datan saatavuudesta, laskelmien haasteista tai muista rajoitteista johtuen.

Maankäytön aiheuttamat hiilipäästöt ja -nielut ovat olleet vaihtelevasti mukana eri yritysten laskelmissa. Tätä varten luodun uuden kansainvälisen FLAG-standardin mukaisia laskelmia on hiljattain käynnistetty usean elintarvikeyrityksen toimesta. Laskelmia on tehty viime vuodesta alkaen enenevässä määrin, mutta yritykset eivät ole ehtineet raportoida tuloksia. Tässäkin tapauksessa on odotettavissa laaja kirjo laskelmien tekijöitä, seurannan ja toimenpiteiden ajanjaksoja sekä lähtö- ja tavoitevuosien asetantaa koskien.

Vertailtavuutta hankaloittavat myös elintarviketeollisuudessa toimivien monikansallisten yritysten raportointikäytännöt. Yrityskategoriassa on sekä Suomessa toimivia ulkomaisia konserneja että ulkomaille etabloituneita suomalaisia yrityksiä. Osa näistä raportoi vain konsernitason lähtö- ja tavoitetasoja tai edistystä, osa taas liiketoiminnan tuloksia erikseen maakohtaisesti. Suomen toimintaa koskevien lukujen eriyttäminen konsernin luvuista on tärkeää tulosten huomioon ottamiseksi kansallisissa KHK laskelmissa. Mitä suuremmat ovat konsernin Suomen liiketoiminnot, sitä suuremman epätarkkuuden lukujen puuttuminen aiheuttaa kansalliseen inventaarioon ja koko toimialan ilmastotoimien läpinäkyvyyteen. Alueellinen vastuu ja avoimuus ovat kuitenkin olennainen osa yritysvastuuta, ja siihen kuuluu myös maakohtaisten vertailtavien lukujen raportointi.

Yrityskohtaiset päästövähennyslaskelmat ovat edelleen alkutekijöissään, sillä kansainväliset standardit tavoitteiden hyväksymiselle on luotu reilun kymmenen vuoden sisällä. Sitä mukaa kun standardeja tarkennetaan ja ne leviävät yhä laajemman yritysjoukon käyttöön, laskelmien kattavuus ja sisältö oletettavasti yhdenmukaistuvat ja vertailtavuus lisääntyy.

Käytettävissä olevat toimenpiteet vaihtelevat yrityksittäin tuotantosuintien ja maatalousraaka-aineiden perusteella. Myös kaupalliset yhteydet raaka-ainetuottajiin vaikuttavat käytettävissä oleviin toimenpiteisiin. Vaikutusmahdollisuudet Scope 3 -päästöjen vähentämiseksi ovat suurimmat tuottajien omistamissa vertikaalisesti integroituneissa arvoketjuissa, joissa maatalousyrittäjät pystyvät määrittelemään vähentämistoimenpiteitä yhteistyössä teollisuusyrityksen liikkeenjohdon kanssa.

Yksityisomistuksessa olevilla elintarvikeyrityksillä päästövähennysvaikutusten aikaansaaminen on astetta työläämpää, mutta pitkäaikainen suunnittelu, kannustimien tai ehtojen asettaminen ja seuranta

on suhteellisen helppoa, mikäli valtaosa raaka-aineista hankitaan tuottajilta pitkäaikaisten tuotantosopimusten puitteissa.

Scope 3 -päästövähennysten saavuttaminen on vaikeinta elintarvikeyrityksillä, jotka hankkivat raaka-aineitaan vain osittain tuotantosopimusten kautta, ja loput suoraan markkinoilta, koska raaka-ainetoimittajien joukko voi muuttua vuodesta toiseen.

Kotieläintuotteita, kuten maitoa, lihaa ja kananmunaa jalostavien arvoketjujen yritykset järjestävät valtaosan hankinnoistaan pitkäaikaisten tuotantosopimusten kautta. Peltokasvien, ja puutarhatuotteiden arvoketjuissa raaka-aineiden hankintamekanismit vaihtelevat yrityksittäin suuresti tuotantosopimuksista markkinaostoihin välittäjien kautta tai suoraan viljelijöiltä. Osa maatalousyrittäjistä tavoittelee myös oma-aloitteisesti tuotantonsa hiilijalanjäljen pienentämistä. Hiiliviljely sisältää päästövähennysten lisäksi myös hiilinieluihin johtavia toimenpiteitä.

Kasvihuonekaasuinventariota on kehitettävä huomioimaan elintarvikeyritysten aikaansaamia tuloksia esimerkiksi turvemaiden ennallistamistoimenpiteiden sekä metaanipäästöjen vähennystoimenpiteiden osalta. Tiedon välityksessä elinkeinotoimijoiden ja tilastoasiantuntijoiden esiintyminen merkittävää epätarkkuutta tai puutteita, joiden ratkaisemiseen tarvitaan laajaa yhteistyötä. Mitä pirstoutuneempi aineisto on, sitä suuremman haasteen toimenpiteiden huomioon ottaminen kasvihuonekaasuinventariossa asettaa.

Elintarvikesektorin kasvupotentiaali on määritelty TOIVO-skenaariossa laskelmissa ylittävän parhaassa tapauksessa noin viiden miljardin € liikevaihtoon ja 1,7 miljardin € arvonlisään. Liikevaihdon kasvusta n. 80 % arvioidaan tulevan lisääntyvästä elintarvikeviennistä. Viennin kasvua odotetaan tapahtuvan vientiportfolion painopisteen siirtymisestä pidemmälle jalostettuihin tuotteisiin. Tämä tarkoittaa sitä, että viennin arvon nousua on mahdollista saavuttaa tuottamalla nykyinen määrä raaka-ainetta. Puutarhasektorin kasvu edellyttää jo volyymikasvua, mutta korkeiden satotasojen takia pinta-alan kasvun tarve on vähäinen.

Suomessa tarvitaan sekä puutarhatuotteiden, että erikois- ja valkuaiskasvien, kuten öljy- ja palkokasvien lisääntynyttä tuotantoa kahdesta syystä: (1) ruokavaliota siirtämiseksi kasvipainotteisempaan suuntaan ja (2) täydennysvalkuaisrehun omavaraisuuden nostamiseksi. Näiden vaatima lisäpinta-ala ei aiheuta paineita Suomen peltopinta-alan kasvattamiselle, vaan se on järjestettävissä siirtämällä 300–400 tuhatta hehtaaria nykyisestä vilja-, nurmi- ja kesantoalasta puutarhatuotteiden ja valkuaiskasvien viljelyyn.

Lihasektorin kasvupotentiaali sisältää siipikarjalihan tuotantovolyyymien kasvua kotimaan markkinoilla sekä kaikkien kolmen lihalajin viennin kasvua. Vaikka osa viennin arvon kasvusta on mahdollista saavuttaa myös arvonlisää nostamalla, lihasektorin kasvu edellyttää lihan tuotantovolyyymeja lisäämistä. On kuitenkin tärkeää todeta, ettei volyyymien kasvu vaadi lisää pinta-alaa samassa suhteessa, vaan osa kasvusta saavutetaan tuottavuutta parantamalla.

Maaperästä aiheutuvat päästöt jakautuvat epätasaisesti Suomen eri alueiden kesken. Kansalliset tilastot osoittavat, että turvemaaintensiivisillä alueilla toimii paljon maito- ja lihatiloja. Meijeri- ja lihayritykset ovat tunnistaneet raaka-ainetuotannon päästöjä vähentäviä tuottavuutta ja kannattavuutta parantavia toimenpiteitä, mutta taloudelliset edut eivät lähtökohtaisesti motivoi maaperän päästövähennystoimenpiteisiin. Turvemaiden päästövähennysinvestoinnit nostavat tuotantokustannuksia, eikä kuluttajamarkkinoilta löydy maksuhalukkuutta näiden investointien kattamiseen.

Meijeri- ja lihayritykset ovat haasteista huolimatta sitoutuneet Scope 3 -kategorian osana myös maaperäpäästöjen vähentämiseen, minkä eteen on tehty yksittäisiä investointeja, pilottihankkeita ja tutkimusta. Sopimustuottajien turvemaiden kartoitus on aloitettu tai on suunnitteilla. Elintarvikeyritysten kannattavuus sekä nykyiset markkina-asetat ja ruokaketjun sisäiset neuvotteluvoimasuhteet eivät kuitenkaan mahdollista turvemaiden hoitamisesta, poistamisesta tai päästövähennyksistä aiheutuvien kulujen kotiuttamista koko maan tasolla. Tämän valossa elintarvikeyritysten suurin kysymys on, mistä lähteistä tai millä mekanismeilla maaperän päästövähennystoimenpiteitä voidaan tulevaisuudessa rahoittaa.

Sopivilla mekanismeilla, kuten tukipoliittisilla uudistuksilla, tulosperusteisilla kannustimilla, alueellisilla kehittämistoimilla, kohdennetuilla avustuksilla tai hiilikauppaa koskevilla kaupallisilla järjestelyillä on mahdollista saavuttaa edistystä. Hallinnon ja elinkeinon välisen yhteistyön paras tulos on julkisen rahan aikaansaama vipuvaikutus yritysten toiminnassa ja toimenpiteissä maaperän päästöjen vähentämiseksi. Se, mihin eivät yksityiset eivätkä julkiset resurssit yksin kykene, on mahdollista saavuttaa hyvin suunnitellulla yhteistyöllä.

Tämä selvitys osoittaa, kuinka työlästä on muodostaa kokonaiskuva elintarvikeyritysten vastuullisuusohjelmien ilmastotavoitteista ja niissä etenemisestä pohjautuen kymmeneen eri lähteisiin. Vertailtavaa tai toimialakohtaista tietoa ei ole ollut yksittäistä osatoimialaselvitystä lukuun ottamatta saatavilla Suomessa. Nyky selvitys jää osaltaan karkeaksi katsaukseksi, osittain päästövähennystavoitteiden ja laskelmien sisällön kehittymättömyyden ja vertailtavuushaasteiden vuoksi. Se asettaa kuitenkin perustan ja linjaukset vastaaville yksityiskohtaisemmille tutkimuksille tulevina vuosina, kun laskelmat kehittyvät ja yhdenmukaistuvat.

Tarve elintarvikeyritysten päästövähennystoimien ja tulosten kansallisen tason seurannalle on selkeä. Kaikkien osapuolten näkökulmasta on tarkoituksenmukaista lisätä läpinäkyvyyttä ja vertailtavuutta. Yritysten motiivina tulee olemaan oman painoarvon osoittaminen kansallisessa kontekstissa. Jatkossa tulee pyrkiä siihen, että elinkeinon toimenpiteet otetaan tutkimusnäyttöön perustuen huomioon IPCC:n hyväksymin periaattein toteutetussa Suomen kasvihuonekaasuinventaariossa.

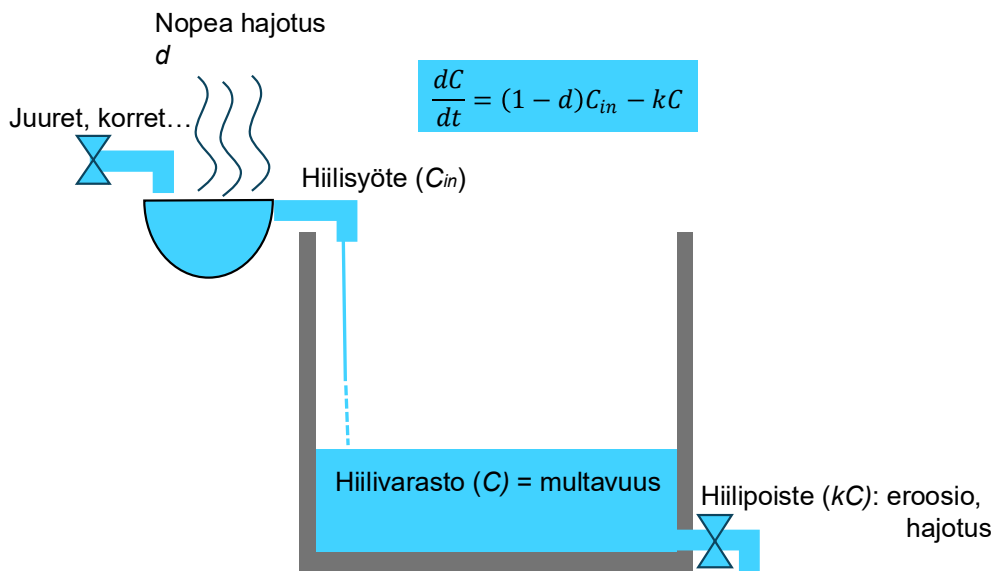
Samalla on tiedostettava elintarvikeyritysten soveltamien toimien rajallisuus. Yksittäiset toimijat keskittyvät oman toimintansa päästöjen vähentämiseen, ja Suomessa tulee olemaan peltoja, jotka eivät kuulu minkään yrityksen vaikutuspiiriin. Toisaalta on myös alueita, joissa maaperän päästöjen vähentäminen voi aiheuttaa yksittäisille maatalousyrityksille kohtuuttoman taloudellisen taakan. On siis varauduttava siihen, että alueelliset ja sosiaaliset tekijät sekä maan omistustilanteen muutokset tulevat edellyttämään osallistumista myös julkisen sektorin toimijoilta maankäytön päästövähennysten saavuttamiseksi.

6. HIILIVILJELY

Tuomas Mattila & Heikki Lehtonen

Tällä hetkellä suurin osa suomalaisen ruokajärjestelmän päästöistä tulee maaperän orgaanisen aineen hupenemisesta (kuva 2.4). Orgaanisen aineen hupeneminen on myös haaste viljelyn ilmastomuutokseen sopeutumiselle ja peltojen tuottavuuden kehittämiseksi. Eräs strategia ongelman ratkaisuun on hiiliviljely.

Hiiliviljelyssä kyseessä on maatalousmaan hiilivaraston lisääminen viljelymenetelmien keinoilla. Hiilivaraston lisäämisen lisäksi voidaan tarkastella myös hiilivaraston hupenemisen hidastamista, etenkin turvemaiden osalta. Molemmissa tapauksissa kyse on hiilitaseen näkökulmasta siitä, että lisätään hiilisyötettä maaperään riittävästi, jotta se kumoaa maaperän hiilivaraston hajoamisen aiheuttaman hiilen vähenemän (kuva 6.1.; Kätterer ym. 2011; Chenu ym. 2019). Turvemaiden osalta keskeistä on hajoamisnopeuden hidastaminen, kivennäismaiden osalta hiilisyötteen lisääminen.

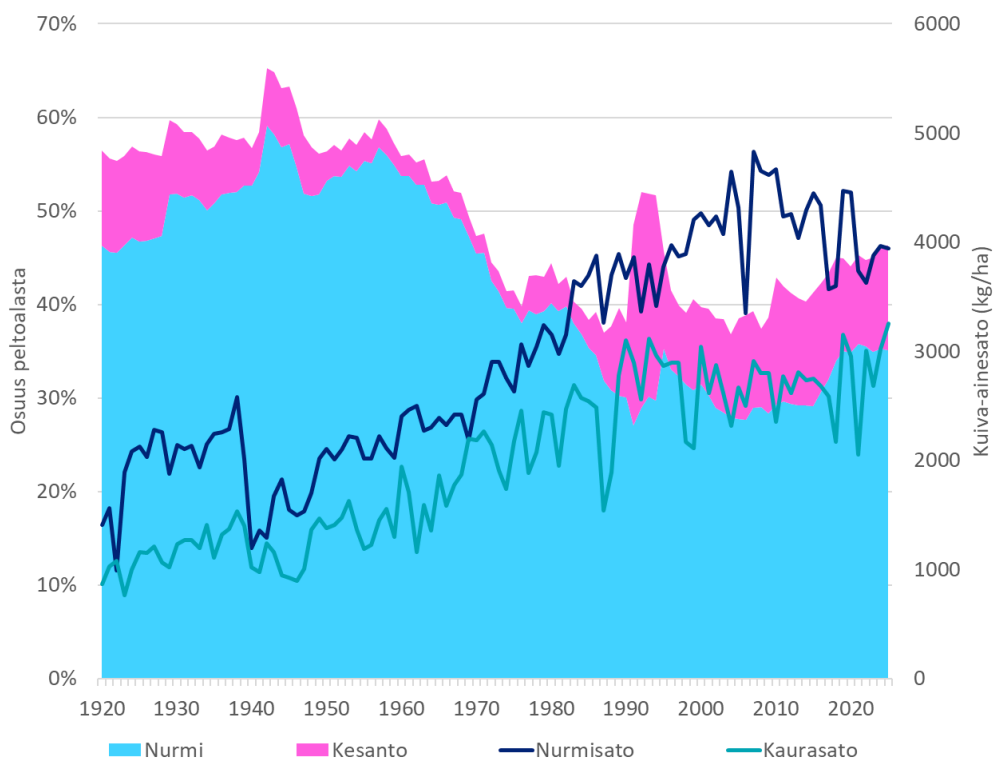


Kuva 6.1. Hiilensidonta kuvattuna yksinkertaisena kahden poolin mallina.

Nykyiset hiilivarastot ovat seurausta vuosikymmenten aikana toteutetuista viljelytoimista ja niiden hiilisyötteistä (kuva 6.2.). Maatalous on ollut voimakkaassa murroksessa koko 1900-luvun. Vuosisadan alussa satotasot olivat alhaisia ja 10 % peltoalasta oli varattu kesannointiin. 1930–40-luvuilla kesannot korvautuivat nurmilla, jolloin nurmiala saavutti huippunsa, noin 60 % peltoalasta. 1950-luvulta alkoi vihreä vallankumous, mikä näkyi ensin satotasojen nousuna ja 1960-luvulta alkaen nurmialan korvautumisella viljanviljelyllä. 1950–1990 lukujen välissä nurmien satotaso kasvoi 75 % ja yleisimmän viljan kauran 124 %. 1990-luvulla Suomi liittyi EU:n jäseneksi, ylituotantoa purettiin ja lannoitusta rajoitettiin. Satotasojen kehitys pysähtyi viljoilla, mutta kasvoi nurmilla vielä 2010-luvulle. Osa

nurmialasta korvautui kesannoilla, samoin vilja-alasta, mutta kesannot olivat enenevässä määrin viherpeitteisiä, jolloin niiden yhteytys päätyi sadonkorjuun puuttuessa kokonaan hiilisyötteenä.

Kivennäismaiden hiilivarasto on ollut pitkään laskusuuntainen. Historialliset hiilisyötteenä eivät ole riittäneet ylläpitämään hiilivarastoa. Kivennäismaiden hiilivarasto on ollut laskussa ainakin 1960-luvulta saakka (1960–1990: 1,1 % suhteellinen muutos vuosittain, 1974–2009: 0,4 % vuosittain, 2009–2019: 0,35 % vuosittain) (Heikkinen ym. 2013; Heikkinen ym. 2022; Erviö, 1995). Suhteellinen muutos on pieni suhteessa hiilivarastoon, mikä viittaa siihen, että hiilitaseen näkökulmasta järjestelmä on lähes tasapainossa. Teoriassa melko pienet muutokset hiilisyötteen määrässä riittävät kääntämään hiilitaseen positiiviseksi. Käytännössä hiilitaseen lisääminen vaatii muutoksia viljelyjärjestelmässä, joka on vakiintunut tietynlaiseksi. Tässä luvussa käydään läpi tarvittavia muutoksia kahdesta näkökulmasta: kivennäismaiden hiilensidonnin lisäämisen kannustamisen kautta sekä turvemaiden hiilivaraston hupenemisen hidastamisen kautta.



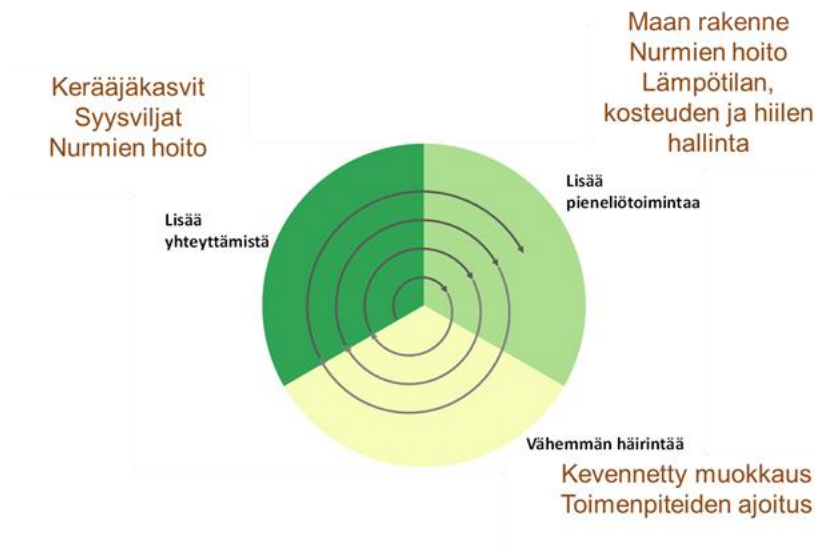
Kuva 6.2. Viljelykäytänteiden muutokset Suomessa 100 vuoden aikana nurmialan ja satotasojen kautta kuvattuna. Lähde: Luonnonvarakeskus 2025.

6.1 HIILENSIDONNAN LISÄÄMINEN KIVENNÄISMAILLA

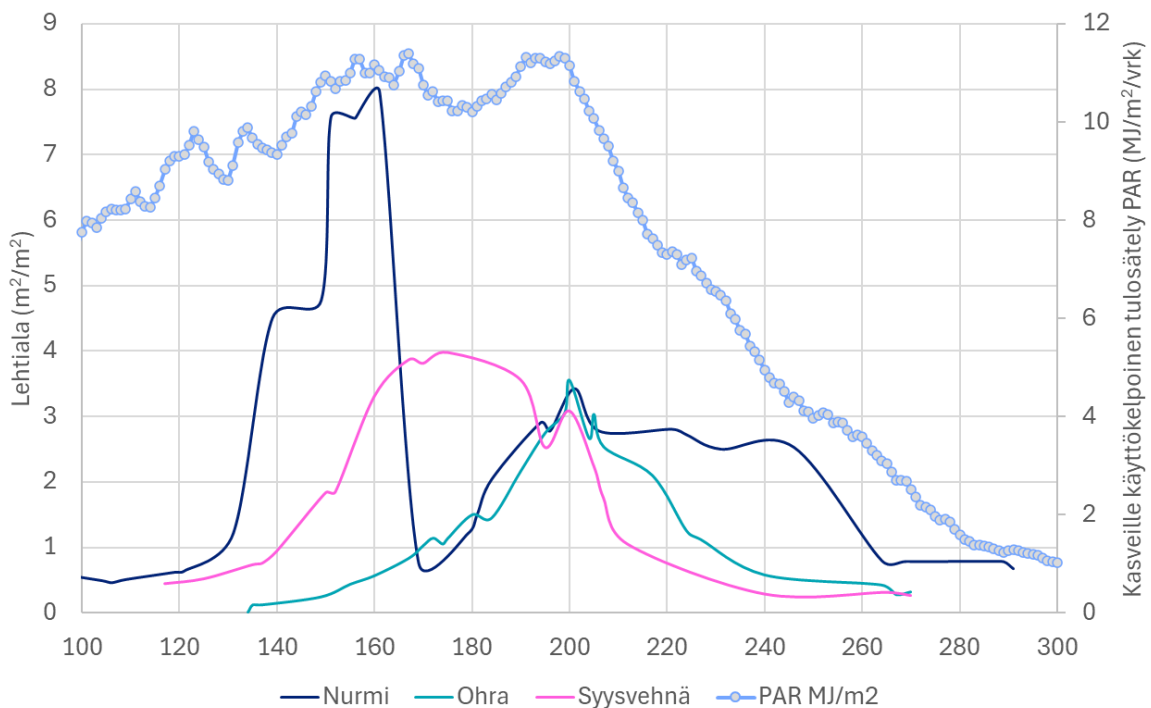
6.1.1 Periaatteet ja potentiaali

Hiilensidonta voidaan kuvata kolmivaiheisena prosessina, jossa ensin lisätään yhteyttämistuotantoa, sitten pidetään huolta yhteytystuotteiden tehokkaasta prosessoinnista maaperässä lisäämällä pieneliötoimintaa ja lopuksi sidotun hiilen vakauttamisesta vähentämällä maaperään kohdistuvia häiriöitä (kuva 6.3.) (Mattila ja Vihanto, 2024). Yhteyttämistuotannon lisäämisessä keskeinen keino on

yhteyttävän lehtialan keston lisääminen kasvukaudella. Tällä hetkellä yleisten kevätiljojen osalta peittävä kasvusto on vain pienen osan kasvukaudesta (kuva 6.4.) Nurmien osalta keskeistä on kasvuston pitäminen tuottavana kasvukauden ajan, mitä hallinnoidaan mm. niitto- ja laidunnusrytmillä.



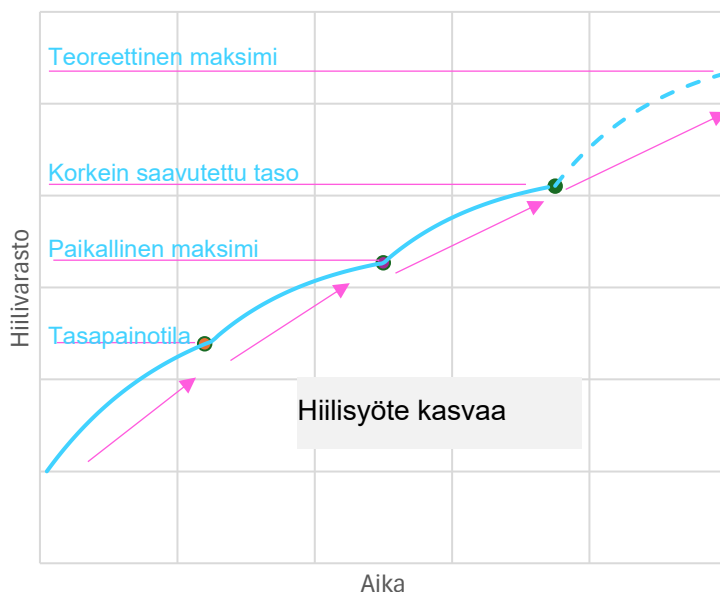
Kuva 6.3. Hiiliviljelijäkoulutuksissa 2017–2025 käytetty ”hiilipyörre” -kuvaaja keinoista vaikuttaa maatalousjärjestelmän hiilensidontaan. Lähde: Mattila & Vihanto (2024).



Kuva 6.4. Tulosäteilyn määrä sekä kevätiljojen, syysviljojen ja nurmien lehtiala. Esimerkkiaineistoa Carbon Action -kokeesta vuosilta 2019–2021. Vaaka-akseli: vuoden päivät, pystyakseli: kasvuston lehtiala, toinen pystyakseli: tulosäteilyn määrä. (Lähde: Mattila ja Vihanto, 2024)

Hiilensidontaa ei voi kuitenkaan lisätä määrättömästi. Sekä maaperän varastokapasiteetilla että sen kasvattamisnopeudella on ylärajansa. Maaperän kyky varastoida hiiliyhdisteitä pysyvämpään muotoon ("hiilisaturaatio") muodostaa yhden rajan ja kasvien tuottamien yhteytystuotteiden maksimaalinen määrä toisen. Yhteytystuotteiden osalta raja on hyvin kaukana nykytilanteesta. Esimerkiksi viljojen osalta tämänhetkinen satotaso (3–4 t/ha) on noin kolmanneksen alempi kuin parhaan kymmenyksen tiloista saavuttama keskisato (5 t/ha; Luonnonvarakeskus, satotilasto 2025) ja noin kolmasosa lajikekokeiden ruutusadoista (9 t/ha) (Luonnonvarakeskus, viralliset lajikekokeet). Auringonvalon ja sadannan perusteella laskettu maksimaalinen satopotentiaali on vielä tähän nähden yli kaksinkertainen (18–26 t/ha; AHDB, 2025). Tämän lisäksi maahan päätyvää hiilisyötettä voidaan lisätä moninkertaiseksi parantamalla juurten kasvuedellytyksiä ja viljelemällä voimakasjuurisia kasveja (Mattila ja Häkkinen, 2025).

Maaperän hitaammin kiertävällä hiilivarastolla on esitetty olevan myös yläraja, joka ei riipu hiilisyötteen määrästä, ns. "hiilisaturaatio", eli varastopaikkojen kyllästyminen hiiliyhdisteillä (Georgiou ym. 2025). Hiilikyllästyneessä maassa hiilivarasto ei enää kasva, vaikka hiilisyötettä lisättäisiin (Kuva 6.5). Hiilenlisäämiskokeet ovat hitaita ja niitä toteutetaan harvoin. Alun perin saturaatorajaa määriteltiin tarkastelemalla joukkoa pitkään nurmiviljelyssä olevia pelloja, joiden pintakerroksen vain oletettiin olevan saturoitunut (Hassink, 1997). Nämä kuvaavat kuitenkin vain havaittuja maksimeita tietyillä hiilisyötteillä. Yhdistelemällä havaintoja eri puolilta maailmaa, voidaan hahmottaa, mikä voisi olla korkein kyseisellä maalajilla saavutettu hiilivaraston taso (Georgiou ym., 2025). Tätä suurempi taso on vielä kyseisten maamineraalien kyky varastoida hiiltä, mikäli käytettävissä olisi rajattomasti hiilisyötettä tai jos hajoamista ei tapahtuisi lainkaan (Abramoff ym., 2021). Nämä hiilisaturaation absoluuttiset ylärajat ovat huomattavasti korkeampia kuin aiemmat arviot ja viittaavat siihen, että useimmilla peltomailla hiilisaturaatio on kaukana, eli niihin mahtuu hiiltä suunnilleen sen verran mitä niistä on historiallisesti kadonnut (Mattila ja Liski, 2024) (Abramoff ym., 2021). Hiilinieluna lisäys vastaisi Suomessa noin 158–342 Mt CO₂ ekv. kokonaismäärää (Mattila ja Liski, 2024).



Kuva 6.5. Hiilisaturaatio: hiilisyötettä lisätään, mutta maaperän hiilivarasto ei enää kasva. Piirretty Georgiou ym. (2025) mukailleen.

Hiilisaturaation määrä vaikuttaa siihen, mitä hiiliviljelyltä voidaan odottaa ja toisaalta, minkälaisiin keinoihin on syytä kannustaa. Esimerkiksi Suomen kivennäismaapelloilla yleisin hiilipitoisuus on 2,8 % (Soinne ym. 2024). Jos tällaisen keskimääräisen pellon hienoainepitoisuus olisi 70 %, sen hiilisaturaatio olisi Hassinkin mallin perusteella vain 3,0 %, eli hiilivarastoa voitaisiin lisätä 7%. Uudempien mallien perusteella hiilisaturaatio olisi kuitenkin 6,1 % (Georgiou ym. 2025), mikä mahdollistaisi hiilivaraston kaksinkertaistamisen ennen saturoitumista. Hiilivaraston kasvattaminen vaatii vastaavat yhteytystuotteiden määrän lisäämiset, joten ensimmäinen raja kannustaisi maltilliseen viljelytoimien muokkaukseen ja jälkimmäinen perusteellisempaan viljelyjärjestelmän uudelleensuunnitteluun.

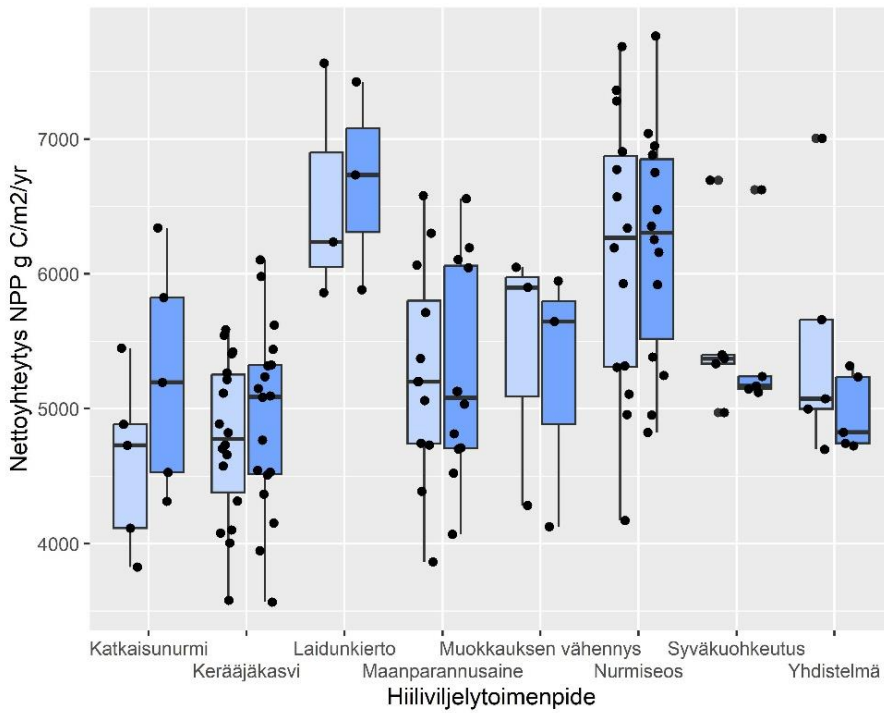
6.1.2 Hiilensidonnan kannustaminen

Maatalous on jo nyt voimakkaasti julkisesti ohjattua. Suomessa EU:n maatalouspolitiikan mukaisten tukien (ml. kansalliset tuet) osuus maatalojen kassatuloista keskimäärin on inflaation myötä pienentynyt 40 %:sta alle 30 %:iin (2005–2023), mutta ne kattavat edelleen merkittävän osan tuotantokustannuksista, joista osa jää markkinahinnoin kattamatta (Niskanen ym. 2025). Tuet tasaavat osittain markkinatuottojen vaihtelua ja mahdollistavat sopeutumista tuotantopäätöksissä, mutta samalla ne ovat etenkin vuoden 2000 jälkeen osin pääomittuneet pellon hintaan. Tämä on nostanut pellon hankinnan kustannuksia ja heikentävät kannustimia luopua heikkotuottoisista pelloista tai niiden maatalouskäytöstä.

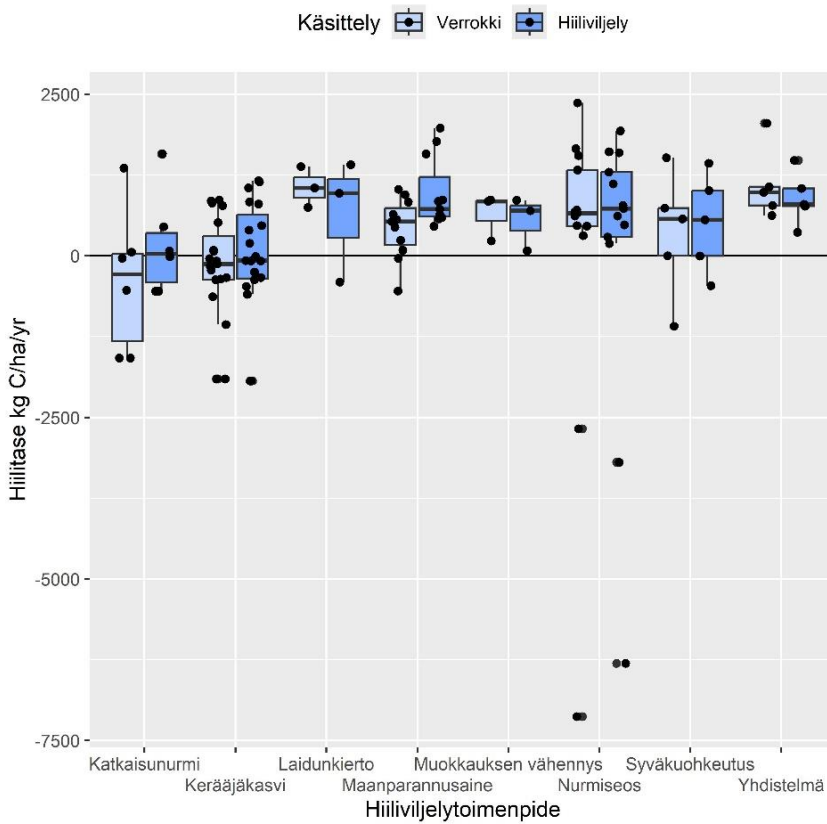
Tilanne on samankaltainen koko EU-alueella: tukien osuus arvonlisäyksestä on ratkaisevan korkea. Iso osa maataloustuista on edelleen pinta-alaperusteista perustukea ja luonnonhaittakorvausta, vaikka viime ohjelmakausissa tukien painopistettä on siirretty aktiivisempaan ympäristökorvaukseen ja ekojärjestelmätukiin. Aktiivisissa tuissa maksuperusteena on yleensä toimenpide, joka tehdään tietylle pinta-alalle. Esimerkkejä hiilensidontaan kohdentuvista toimenpiteistä on esimerkiksi kerääjäkasvit, maanparannuskasvit, luonnonhoitopellot ja viherkesannot. Toimenpiteen onnistumista pyritään varmistamaan tukiehdolla, mutta tuki ei määräydy sen perusteella, miten hyvin toimenpiteessä on onnistuttu.

Eräs vaihtoehto aktiivisempaan kannustamiseen on siirtyminen tulosperusteiseen maataloustukeen (results-based payments). Tässä tukea maksettaisiin tuotetun hyödyn perusteella, jolloin viljelijät voivat itse valita toteutustavan ja kehittää sen kustannustehokkuutta. Tätä lähestymistapaa voi havainnollistaa Carbon Action -peltokokeen aineiston avulla.

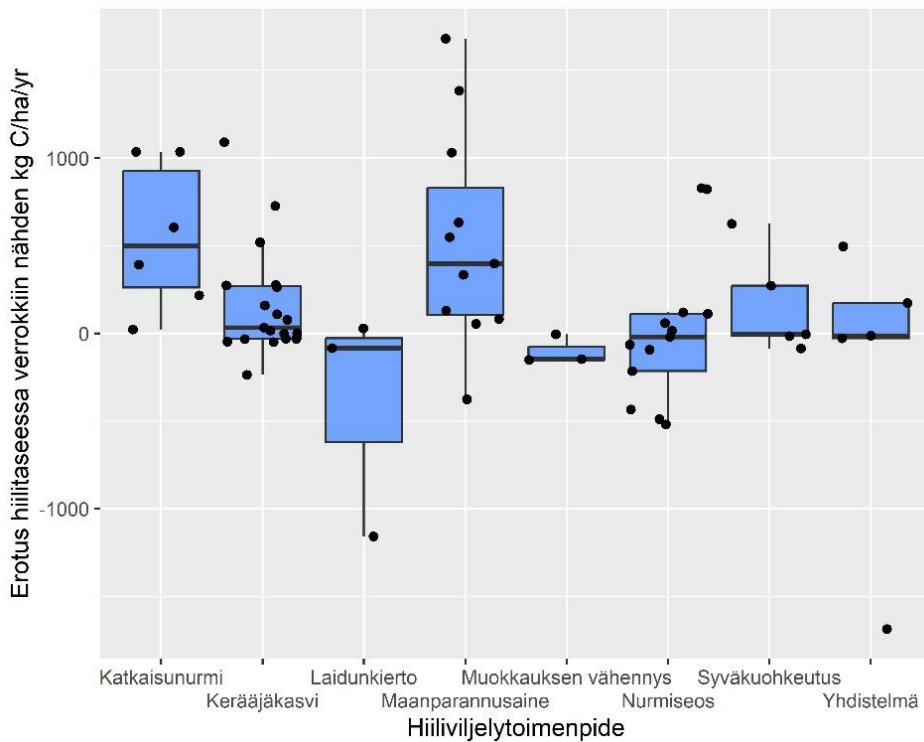
Carbon action kokeen tulosten perusteella hiiliviljelytoimissa on huomattavaa vaihtelua sekä kasvien kasvun että kokonaishiilitaseen suhteen (kuvat 6.6a–6.6c). Positiivinen hiilitase edellytti sekä korkeaa yhteytystuotosta että kohtalaisen matalaa lähtöhiilipitoisuutta. Kerääjäkasvien viljelyssä saavutettiin keskimäärin samansuuruisia 200–300 kg C/ha/vuosi hiilivaraston muutoksia kuin tutkimuskirjallisuudessa (Poeplau ym., 2024), mutta vaihtelu oli suurta. Parhaimmillaan kerääjäkasvit paransivat hiilitasetta noin 1000 kg/ha/vuosi ja huonoimmillaan ne heikensivät hiilitasetta. Nykyisessä tukijärjestelmässä kaikki kerääjäkasvialat olisivat saaneet saman määrän tukia, riippumatta tuloksesta.



Kuva 6.6a Carbon action -kokeen pilottitiloille lasketut nettoyhteitykset. Tumma sävy kuvaa hiiliviljelykäsittelyä (uusi toimenpide) ja vaalea koeasetelman vastaavia verrokkilohkoja (nykyviljelyn jatkaminen).



Kuva 6.6b Carbon action -kokeen pilottitiloille lasketut hiilitaseet. Tumma sävy kuvaa hiiliviljelykäsittelyä (uusi toimenpide) ja vaalea koeasetelman vastaavia verrokkilohkoja (nykyviljelyn jatkaminen).



Kuva 6.6c Carbon action -kokeen pilottitiloille lasketut erotukset hiilitaseessa hiiliviljelytoimien seurauksena.

Tulosperusteisuus voidaan kytkeä eri vaiheisiin hiilensidontaketjua (yhteytys, hiilisyöte maahan, hiilivaraston muutos). Jos tuki perustuu yhteytykseen, suurimmat yhteytykset löytyvät nurmiviljelyiltä pelloilta, mikä siirtää tukea nurmiviljelyn jatkamiseen. Hiilisyöteen arviointia ei voida tehdä pelkästään satelliittihavainnoilla vaan siihen tarvitaan arvio pellolta korjatusta sadosta (ts. viljelymuistiinpanot tai kasvumalli). Hiilitaseen arvioinnissa tarvitaan näiden lisäksi tietoa maaperän lättöhiilivarastosta ja sen hajoamisnopeudesta. Kun arvioinnissa siirrytään kohti ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta korkeampaa relevanssia, arvioinnin tietotarve ja toisaalta mallipohjaisen arvioinnin epävarmuus kasvaa. Kyseessä on tietynlainen vaihtosuhde (tradeoff) relevanssin ja menetelmän epävarmuuden välillä. Tuloksia voidaan mitata joko luotettavasti ketjun alkupäässä (kasvipeite, bruttoyhteytys) tai suuremmalla epävarmuudella ketjun loppupäässä (hiilitase, maaperän hiilipitoisuuden muutos). Luotettavien MRV (measurement, reporting, verification) kehikoiden saaminen maatalouteen on edelleen keskeinen tutkimuskohde (Nevalainen ym., 2022; Smith ym., 2020).

Maataloustuki on vain yksi vaihtoehto kannustejärjestelmälle. Hiilivaraston kasvattaminen voi tuottaa huomattavaa hyötyä yhteiskunnalle. Hiilidioksiditonin yhteiskunnalliseksi hinnaksi on arvioitu noin 300 €/t (UBA, 2025), jolloin kerääjäkasvien hiilensidonta vastaisi noin 240 €/ha tuottoa, mikä olisi huomattavasti suurempi kuin viljatilojen keskimääräinen kate (140 €/ha, Luonnonvarakeskuksen Taloustohtori-tietokanta¹²). Jos hiilensidonta saataisiin luotettavasti mitattua ja markkinoitua, se voisi muodostaa myyntituotteen. Toisaalta hiilensidontaan kannustaminen voi muodostaa lisäarvoa yritysten

¹² Luonnonvarakeskus Taloustohtori-tietokanta <https://taloustohtori.luke.fi/>

brändille. Esimerkiksi General Mills on panostanut voimakkaasti uudistavaan viljelyyn (regenerative agriculture) pyrkiessään erottautumaan markkinoilla.

Yhteenvetona voidaan todeta, että hiiliviljelyyn kannustamisessa on huomattavaa potentiaalia hiilensidontaan ja hiilivaraston kasvattamiseen. Hiilivaraston kasvattamisen näkökulmasta maaperään voidaan varastoida noin 160–340 Mt CO₂ ekv, mutta varaston kasvattamisnopeus riippuu siitä, miten paljon hiilisyötettä maaperään saadaan ohjattua. Esimerkiksi kerääjäkasveilla saavutettava 200 kg C/ha/vuosi lisäys vastaisi koko maan tasolle skaalattuna noin 1,3 Mt CO₂ ekv/vuosi nielua, jos sitä toteutettaisiin jokaisella hehtaarilla. Koska suuri osa pelloista on jo kasvipeitteinen syksyllä (nurmet ja syysviljat) todellinen maksimipotentiaali jää pienemmäksi. Vaikka hiilensidontan mekanismit ovat selviä (hiilisyötteen lisäys lisää hiilivarastoa), toimenpiteet eivät automaattisesti johda parempaan hiilitaseeseen. Ilmaston lämpeneminen lisää hiilen karkaamista ilmakehään, mikä entisestään korostaa hiilen sitomisen merkitystä (Heikkinen ym. 2022). Tulosperusteiset, satelliittihavainnot, viljelymuistiinpanoja ja maaperämittauksia yhdistävät menetelmät ovat lupaavia hiilitaseen seurantakeinoja, jotka voivat muodostaa perustan tulosperusteiselle maataloustuelle tai markkinoilta saatavalle hiilikorvaukselle.

6.1.3 Esimerkinä Carbon action -viljelijäverkosto

Suomessa on maailmanlaajuisesti poikkeuksellisen aktiivinen hiiliviljelytoiminta, joka rakentuu pääosin Baltic Sea Action Groupin (BSAG) ylläpitämän Carbon Action -verkoston ympärille. Verkosto koostuu viljelijöistä, neuvojista, yrityksistä ja tutkijoista, jotka pyrkivät parantamaan peltomaan kuntoa ja lisäämään sen hiilensidontaa.

Carbon Action -verkosto rakentui aiemman toiminnan pohjalle. BSAG oli tehnyt 2010-luvulla viljelijäyhteistyötä rehevöitymisen vähentämiseksi ja luonnon monimuotoisuuden edistämiseksi Järvi -hankkeissa (2009–2020). Ratkaisukeskeinen ja ruohonjuuritason sekä päättäjätason yhdistävä työskentely sai viljelijöitä ja sidosryhmiä osallistumaan aktiivisesti. Samalla kuitenkin maaperän keskeinen rooli vesistö päästöjen vähentämisessä alkoi tulla yhä selvemäksi. Maatalousmaan rooli mahdollisena ilmastoratkaisuna alkoi nousta esiin, kun Australia otti vuonna 2011 hiiliviljelyn osaksi ilmastositoumistaan ja alkoi vuonna 2014 maksaa hiilensidonnasta viljelijöille. Vuonna 2015 Pariisin ilmastokokouksessa esitettiin 4p1000-aloite, jossa maat sitoutuivat yrittämään sitoa maaperään hiiltä 4 promillea vuosittain. Jaettu haastava päämäärä herätti kiinnostusta tutkimus-, politiikka- ja viljelijäkentällä ja tarjosi maataloudelle mahdollisuuden olla osa ilmastomuutoksen ratkaisua.

BSAG kokosi joukon suomalaisia viljelijöitä, neuvoja ja tutkijoita Pariisiin 4p1000 verkoston kansainväliseen ”Sequestering Carbon in Soil: Addressing the Climate Threat” -konferenssiin 2017, jossa etsittiin keinoja hiilensidontan viemiseen käytäntöön ja toisaalta tutkimuskeinoja hiilensidontan varmentamiseen. Tämän konferenssin perusteella Suomeen päätettiin perustaa oma käytännön verkosto. Verkosto käynnistettiin Sitran rahoituksella vuonna 2017, ja vuoden 2018 aikana päätettiin tehdä laajamittainen tilakoe, johon osallistettaisiin satoja viljelijöitä. Maaseudun tulevaisuus teki haastattelun kokeen suunnitelmista, minkä seurauksena yli sata viljelijää ilmoittautui vapaaehtoiseksi peltokokeeseen vuosille 2019–2023. (Taulukko 6)

Carbon Action -hiilipilottipeltokoe toimi osallistavana tutkimuksena, jossa viljelijät saivat itse suunnitella hiilensidontakeinot ja tutkimuksen tehtävänä oli arvioida ja varmentaa hiilen sitoutuminen. Ennen kokeen alkua viljelijöille järjestettiin koulutusta hiilen sitoutumisen periaatteista ja annettiin esimerkkejä viljelyssä toimiviksi todetuista hyvistä käytännöistä. Viljelijät tekivät syksyn 2018 aikana hiiliviljelysuunnitelman, jossa he kuvasivat yleisen strategiansa hiilen sitomiseen, pellolle suunnitellut toimenpiteet sekä käsittelyeron koelohkon ja kontrollilohkon välillä. Lisäksi viljelijät ottivat maanäytteet

syksyllä 2018. Asiantuntijaraati kävi läpi hiiliviljelysuunnitelmat ja antoi palautetta koesuunnitelmasta sekä lohkon soveltuvuudesta kokeeseen (ts. ei merkittäviä poikkeamia maaperän laadussa maanäytteiden perusteella koelohkon ja verrokin välillä). Viljelijät täydensivät palautteen perusteella koesuunnitelmia ja aloittivat kokeen vuonna 2019. Vuonna 2020 toisen koevuoden jälkeen tehtiin koesuunnitelman päivitys perustuen ensimmäisen kahden koevuoden kokemuksiin. Koe päättyi syksyllä 2023, jolloin otettiin loppunäytteet ja tutkimus hiilivaraston muutoksen selvittämiseksi.

Taulukko 6. Carbon Action verkoston keskeisiä vuosilukuja ja tapahtumia jaoteltuna tutkimuksen, tilakoeverkoston ja laajemman yhteistyön mukaan.

Vuosi	Tutkimus	Tilakoe	Yhteistyö
2015	Kansainvälinen verkostoituminen		Pariisin 4p1000-aloite, viljelijäyhteistyö maaperän hoidossa
2017	Carbon Action -tilakokeen suunnittelu		
2018		Viljelijät mukaan tilakokeeseen	Yritykset mukaan alustalle, koulutustoimintaa työntekijöille ja sopimusviljelijöille
2019	Täydentävät hankkeet, MULTA-konsortio	Kokeen käynnistyminen	
2020			Carbon Action -klubi
2021		Seurantaa	Uudistavan viljelyn e-opisto
2022			
2023		Kokeen päättymisen	
2024		Viljelytietojen keruu	
2025	50 hanketta käynnissä tai päättynyt	Kokeen tulokset	Yli 2 000 viljelijää toiminnassa, hiiliviljelyn verkosto aktiivinen

Kokeen käynnistyessä 2019 käytettävissä ei ollut tutkimusmenetelmiä hiilivaraston muutosten tarkkaan seurantaan joukkoistetussa kansalaistiedekokeessa. Avoimia kysymyksiä liittyi hiilisyötteen määrän arviointiin, hiilen pysyvyyteen ja hiilivaraston seurantaan maanäytteiden ja mallien yhdistelmällä, sekä eri hiilensidontamenetelmien toimivuuteen. Tämän johdosta kokeen alun yhteydessä käynnistettiin myös laajamittaista tutkimusta hiilensidonnan prosesseista ja käytännöistä. Carbon Action -alustalla on ollut yli 50 erillistä tutkimusprojektia, joiden avulla on muodostettu kokonaiskuvaa hiilensidonnasta.

Tilakokeen ympärille kasvoi yhteisö viljelijöitä ja yrityksiä. Tilakokeeseen osallistuville viljelijöille järjestettiin seminaareja, pellonpiennarpäiviä ja tietoiskuja. Nämä keräsivät kiinnostusta ja BSAG perusti hiiliviljelijöiden ympärille Carbon Action -klubin, jossa yli 2000 viljelijää osallistuu tapahtumiin ja keskusteleo alan kehityksestä. Hiilipilottiin lähti alkuvaiheessa mukaan jo keskeisiä suomalaisen ruokaketjun yrityksiä (Valio, Fazer, Apetit, Altia ja S-ryhmä) ja tällä hetkellä mukana on 13 yritystä. Yritykset ovat vaikuttaneet hankintakriteereihinsä, kouluttaneet työntekijöitään ja sopimusviljelijöitään.

Kouluttautumistarve johti Uudistavan viljelyn e-opistoon, joka on verkossa tehtävä 60 tunnin ilmainen opintokokonaisuus hiiliviljelystä. Koulutuksen on suorittanut suurin osa Valion maitotilallisista. Yritysten henkilöstölle ja muille uudistavasta viljelystä kiinnostuneille toteutettiin maksuton kahden tunnin uudistavan viljelyn tehokurssi.

Carbon Action on kasvanut kymmenessä vuodessa ideasta aiheen ympärille keskittyväksi yhteistyöverkostoksi, jonka puitteissa eri toimijat voivat ratkoa yhteisiä haasteita. Alun perin maatalousmaan hiilensidontaan ja sen monihyötyisyyteen keskittynyt kokonaisuus on laajentunut käsittelemään maatalouden uudistumista biodiversiteetistä tukipolitiikkaan. Samalla painopiste on siirtynyt tilanetajuiseen uudistavaan viljelyyn. Keskeisenä tekijänä on ollut yhteistyö konkreettisen tavoitteen ympärillä ja 100 viljelijän voimin toteutettu peltokoe toimi selkeänä ongelmakenttänä, johon tarvittiin ratkaisuja, joita voidaan soveltaa laajemmin maataloudessa. Huomionarvoista tässä on se, että osallistuvia viljelijöitä ei ole kannustettu taloudellisesti vaan sisäisellä motivaatiolla: verkostoituminen, oppiminen ja maaperän kunnon kehittäminen on ollut merkityksellistä ja hauskaa, joten toimintaan on ollut mielekästä osallistua.

6.2 TURVEPELTOJEN VETTÄMISEN HAASTEET

6.2.1 Kuivatus – paikallisesti vai alueellisesti?

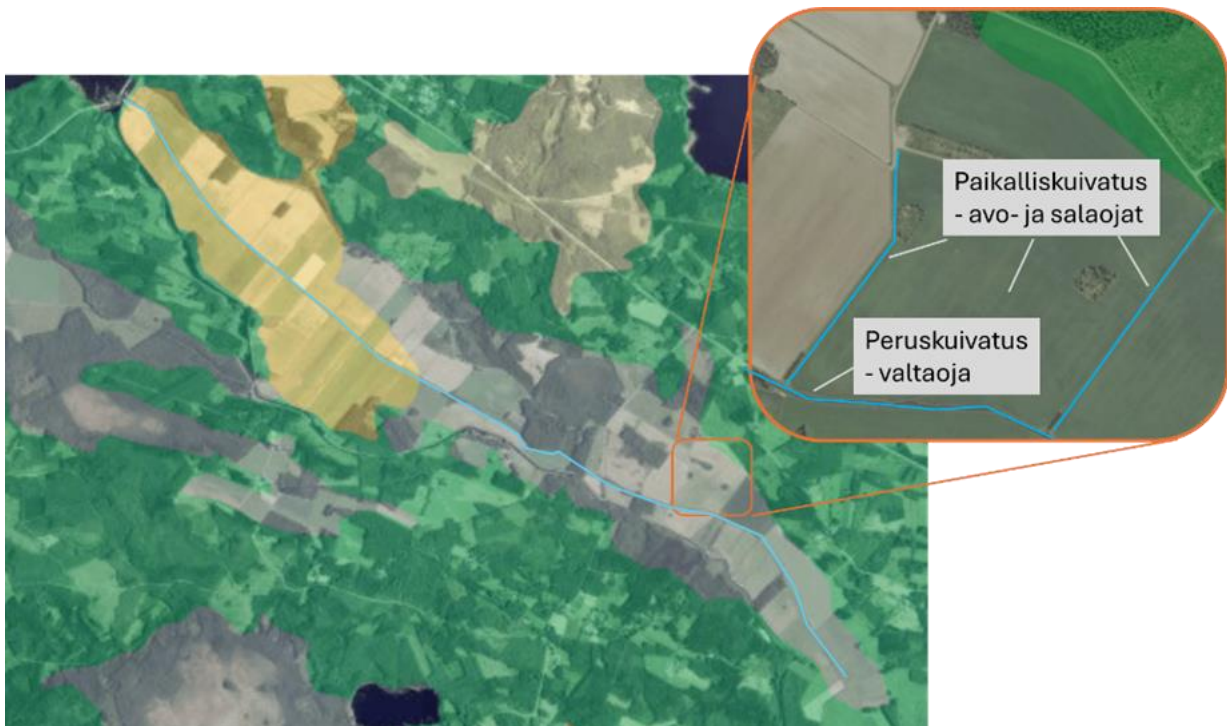
Turvemaiden pohjaveden pinnan nosto on keskeisin ja vaikuttavin toimi, jolla turvemaiden hiilivaraston hajoamista voidaan hillitä. Samaan aikaan tämä toimi törmää suomalaisen lainsäädännön ja käytänteiden pyrkimykseen turvata maankuivatus. Haasteiden yhteensovittaminen vaatii valuma-alueetarkastelua ja mahdollisesti vesilain tulkintojen päivittämistä.

Pellon pohjaveden pintaa hallitaan kuivatuksen avulla ja kuivatus jakautuu Suomessa kahteen järjestelmään: peruskuivatukseen ja paikalliskuivatukseen. Paikalliskuivatus alentaa pohjaveden pintaa alueellisesti ohjaamalla vedet ojarakenteisiin (avo- ja salaojat) ja niitä pitkin pois kuivatetulta alueelta. Peruskuivatus vastaa valumavesien ohjaamisesta laajemmalta alueelta vesistöön. Usein kuivatusrakenteena on valtaoja tai perattu puro. Peruskuivatus on säännösteltyä ja ojituksen tekijä vastaa ojitusrakenteiden ylläpidosta. Usein ojitajat ovat muodostaneet yhteenliittymän (ojitusyhteisö), joka on vastuussa kuivatuksen ylläpidosta. Suomessa ojitusyhteisöjä on noin 15 000–20 000 ja suurin osa näistä on ”uinuvia” eli ne eivät ole olleet toiminnassa vuosikymmeniin.

Kuvassa 6.7. on havainnollistettu kuivatusrakenteita Suomen suurimman yksittäisen kuivatetun peltoalueen, Rääkkylän Oravilahden kautta. Noin 450 hehtaarin alue kuivatettiin 1960-luvulla ja vedenpintaa pidetään keinotekoisesti pumpaamalla alhaalla viljelyn mahdollistamiseksi. Alueen kuivatusalueeseen kuuluu noin 750 hehtaaria, josta kaksi kolmasosaa on maannostietokannan mukaan eloperäistä (”turvepeltoa”). Alueen läpi kulkee ylläpidetty ja perattu valtaoja, lisäksi jokaisella peltolohkolla on omat paikalliskuivatusrakenteensa.

Pohjaveden pinnan nosto yksittäisellä peltolohkolla on haastavaa. Esimerkiksi, jos kuvan 6.7. esimerkissä havainnollistetun peltolohkon omistaja haluaisi nostaa vedenpintaa, tämä onnistuisi tiettyyn rajaan saakka säätösalojituksella (salaojituksen laskuaukon pinnan nosto säätökaivolla). Valtaojan pohja on kuitenkin noin 1,5 m alempana kuin iso osa pellon pinnasta, joten vettä valuisi maaperää pitkin ojaan ja etenkin kesäaikaan iso osa pellostä olisi käytännössä kuiva säätösalojituksesta huolimatta. Lisäksi pohjaveden pinnan nosto yksittäisellä loholla vuotaa vettä viereisille lohkoille ja ympäröiviin avo-ojiin. Jotta vedenpinnan saa ylös, ympäröiviä kuivatusrakenteita tulee muuttaa. Jos valtaojaan tehdään esimerkiksi pohjapato, se nostaisi vedenpinnan koko valtaojan yläjuoksun alueella (130 hehtaaria). Ojitusyhteisö on kuitenkin velvollinen ylläpitämään kuivatusta tasolla, joka on määritetty

ojituksen toteutuksen aikaisissa asiakirjoissa (viimeinen perkuu, 1978). Valtaojan padotus vaatisi vähintään kaikkien yläpuolisten maanomistajien luvan tai muutoksia ojitussyhteisön tavoitteisiin.



Kuva 6.7. Havainnollistus kuivatusalueesta, peruskuivatuksesta sekä paikalliskuivatuksesta Rääkkylän Oravilahden kuivatusalueella. Lähde: Maanmittauslaitos 2025.

6.2.2 Ratkaisuna uusi ojitustoimitus

Useimmat Suomen ojitussyhteisöistä ovat vuosikymmeniä vanhoja, ja niille asetetut kuivatustarpeet eivät huomioineet muun muassa turvemaiden kuivatuksesta aiheutuvia haittoja. Ojitussyhteisöiden on kuitenkin lakisääteisesti ylläpidettävä kuivatusta tasolla, joka on määrätty aikoinaan ojitustoimituksessa. Eräänä ratkaisuna ongelmaan on uuden ojitustoimituksen pitäminen, jossa kuivatuksen tavoitteita harkitaan uudelleen.

Ojitustoimituksessa on kuitenkin useita ristiriitaisia tavoitteita. Toisaalta kiinteistönomistajilla on oikeus poistaa kiinteistön käytön kannalta liiallinen vesi, toisaalta ojitus ei saa aiheuttaa yleistä haittaa, jos se voidaan välttää ilman kustannusten kohtuutonta lisääntymistä (VL 2:7). Ojitus on myös toteutettava niin, ettei se aiheuta toiselle kuuluvalla alueella aiheutuvaa vettymistä (VL 5:7.1), mutta mahdollinen haitta voidaan myös korvata, jos haitta on hyötyihin nähden suuri. Yleisen haitan arvioinnissa on arvioitu vesistövaikutuksia (elinympäristöt, sulfaattimaat), mutta tähän mennessä niissä ei ole huomioitu ilmastovaikutuksia.

Ojitussyhteisö tekee päätöksiä yksimielisesti tai äänestämällä ja äänet perustuvat kuivatuksella saavutettavaan hyötyyn. Periaatteessa ojitussyhteisö voisi määrittää kuivatussuunnitelman sellaiseksi, että kuivatusta heikennetään osalla ojitusaluetta, vaikka kaikki osakkaat eivät olisi yksimielisiä. Tässä voi kuitenkin tulla vastaan korvausvelvollisuus vetettyjen alueiden osalta ja lisäksi on epäselvää, miten käy, mikäli myöhempi pellon omistaja haluaisi vedota kuivatusoikeuteensa ja parantaa alueen

kuivatusta. Vesilain tulkintaongelmat on nostettu esiin jo aiemmin (Autto, 2022), mutta tulkintaan tarvittaisiin lisää selvitystyötä. Ennen kaikkea ratkottavia ongelmia olisivat seuraavat:

- Miten ojitussyhteisön ylläpitovelvoitetta voitaisiin muuttaa sallimaan korkeammat pohjaveden korkeudet?
- Miten päätös puutteellisesta kuivatuksesta tehdään? Miten se sitoo tulevia maanomistajia? Kuka on korvausvelvollinen?
- Miten ilmastovaikutukset voitaisiin sisällyttää ojitustoimitusten yleisen hyödyn arviointiin?

6.2.3 Ratkaisuna valuma-alue suunnittelu

Valuma-alueiden monikäyttöisyys ja siihen liittyvät haasteet eivät rajoitu peltoympäristöön. Ilmastonmuutos lisää myös valuma-alue suunnittelun tarvetta. Toisaalta mahdolliset rankkasateet lisäävät hetkellistä kuivatustarvetta, toisaalta vettä olisi syytä puskuroida kuivuuden varalle ja ehkäisemään tulvia. Vedenpidätysalueilla voidaan varastoida tulvavesiä, joita voidaan hyödyntää myöhemmin esimerkiksi kasteluun. Vedenpidätyksen patorakenteet mahdollistavat myös korkeamman pohjaveden tason ja toisaalta kasteluvesi mahdollistaisi laajemman alueen vedenpinnan noston esim. säätösalaajituksen ja altakastelun keinoin.

Valuma-alue suunnittelu pyrkii tuomaan vedenhallinnan ristiriitaisia tavoitteita yhteen suunnittelun keinoin. Samalla se törmää kuitenkin maankäytön ohjauksen pirstaleisuuteen. Maa- ja metsätalousministeriö ja ympäristöministeriö ovat tehneet tiekartan vuoteen 2030 (Valtioneuvosto 2024), jolla edistettäisiin valuma-alue suunnittelua. Tiekartassa korostetaan turvemaiden ennallistamisen ja kosteikkojen perustamisen haasteita, mutta ohitetaan säätösalaajituksen tai korkealla vedenpinnalla tehdyn viljelyn haasteet.

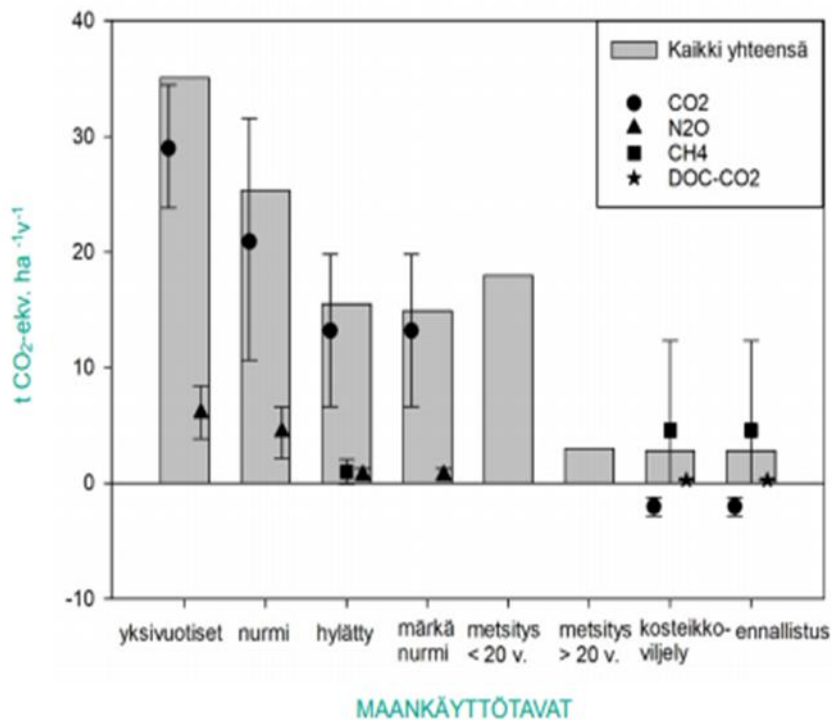
6.2.4 Arvioita turvepeltojen vettämiskelpoisuudesta ja toteuttamiskelpoisesta päästövähennyspotentiaalista

Maatalouden tuottajajärjestöjen MTK:n ja SLC:n maatalouden ilmastotiekartassa 2020 (Luonnonvarakeskus 2020) arvioitiin, että turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjä voidaan alentaa vähentämällä yksivuotisten kasvien viljelyn vähentämisen ja pohjavedenpinnan noston avulla. Oletuksena oli, että yksivuotisten kasvien viljelyä vähennetään turvemaidella 83 000 hehtaarin verran (94 000 hehtaarin tasolta 11 000 hehtaariin). Samoin oletettiin, että heikkotuottoisia turvemaita ennallistetaan kosteikoiksi 35 000 hehtaaria ja säätösalaajitetaan 20 000 hehtaaria. Osa huonoista turvemaidista (10 000 ha) ja kivennäismaista (30 000 ha) oletettiin mahdolliseksi metsittää vuoteen 2050. Turvepeltojen päästöjen arvioitiin vähenevän runsaat 1 MtCO₂ ekv. verran vuoteen 2035 ja jopa 2 MtCO₂ ekv. vuodessa vuoteen 2050 mennessä. Pohjana näille arvioille oli vuoden 2020 alussa käytävissä olleet selvitykset, jotka olivat kuitenkin puutteellisia sen suhteen, kuinka suuri osa turvepeltoista on vettämiskelpoisia ja kuinka tämä osuus jakautuu eri tuotantosuunnille alueittain. Lisäksi hyödynnettiin IPCC-pohjaisen kasvihuonekaasuinventaarion päästökertoimia turvemaiden eri maankäyttömuodoille (Kuva 6.8.)

Turvepeltoja koskeva tietopohja täydentyi merkittävästi mm. Räsänen ym. (2023) työn perusteella, jossa hyödynnettiin parasta saatavilla olevia aineistoja ja niiden yhdistelmiä turvepeltojen määrittämiseksi ja pinta-alojen arvioimiseksi. Turvepeltojen käytön tiekartassa (Lehtonen ym. 2024) voitiin ensimmäistä kertaa Suomessa laskea turvepeltojen kokonaisalan ja vettämiskelpoiseksi arvioidun turvepeltoalan suuruus maatalouden päätuotantosuunnissa maakunnittain.

MTK:n ja SLC:n ilmastotiekartan päivityksessä (Luonnonvarakeskus 2024) turvepeltojen päästöjen vähentämisen potentiaaliksi arvioitiin perusurassa (WEM eli “with existing measures”) ilman lisätoimia vain noin 0,2 MtCO₂ ekv. suuruiseksi vuoteen 2035 ja 2050. Lisätoimiskenaarioissa vähennysmahdollisuuksiksi arvioitiin 1,2–1,4 MtCO₂ ekv. vuodessa vuosiin 2035–2050 mennessä WEM1-skenaariossa (lisätoimiskenaario 1) WEM2-skenaariossa 1,8–2 MtCO₂ ekv. vuodessa vuosiin 2035–2050 mennessä. Pohjaveden pinnan nosto eli vettäminen pysyviksi kosteikoiksi tai säätösalaojituksen avulla tuottivat pääosan päästövähennysarviosta, mutta myös yksivuotisten kasvien viljelyn korvaaminen monivuotisilla tuotti laajan pinta-ala-arvion vuoksi myös merkittävän päästövähennyksen (Luonnonvarakeskus 2020, 2024).

Näitä arvioita tarkennettiin vielä 2024 lopulla turvepeltojen käytön tiekartassa perustuen täsmällisempiin arvioihin turvepeltojen vettämiskelpoisuudesta, sekä arvioihin käyvästä vettämisalasta ilman haittaa ruoantuotannolle (Lehtonen ym. 2024). Tulosten mukaan vuoteen 2050 mennessä voidaan päästä 1,3–2,2 MtCO₂ ekv. päästövähennyksiin vuositason vuoteen 2050 mennessä riippuen siitä, onko kyseessä tuotantomahdollisuuksia painottava muutospolku, jossa lisäkannustimia eri toimille toteutuu maltillisesti, vai ympäristövaikutusten mukaan kunnianhimoinen muutospolku, jossa lisäkannustimiin ja edellytyksiin panostetaan selvästi enemmän. Turvepeltojen toimet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi voivat olla sopuinnassa muiden tavoitteiden, kuten vesiensuojelun kanssa: Pellolta lähtevä ravinnekuormitus vähenee turvepellon säätösalaojituksen ansiosta eräiden tutkimusten mukaan suhteellisesti enemmän kuin kasvihuonekaasupäästöt (Myllys ym. 2025).



Kuva 6.8. Turvemaiden kasvihuonekaasupäästöt eri maankäyttömuodoissa. Lähde: Kekkonen ym. 2019.

6.3 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ HIILIVILJELYN JA TURVEPELTOJEN VETTÄMISEN MAHDOLLISUUKSISTA

Yhteenvetona Suomen peltomaiden käsittelyn muutoksilla voidaan saavuttaa huomattavia hiilinieluja. Kivennäismaiden hiilivarastoa voidaan lisätä teoriassa 160–340 Mt CO₂ ekv. verran ennen hiilisaturaatiota, mutta lisäysnopeus riippuu siitä, kuinka paljon yhteytystuotteita maaperään voidaan ohjata. Hehtaarikohtaisesti melko vaatimattomillakin hiilensidontamäärillä (0,2 t C/ha/vuosi) voidaan saavuttaa kivennäismailla huomattavia kokonaishiilinieluja (luokkaa 1–1,3 Mt CO₂ ekv/vuosi), jos toimia sovelletaan kaikilla kivennäismaalajin pelloilla. Nettomääräiseen hiilinieluun vaikuttaa seuraavina vuosikymmeninä ilmaston lämpenemisestä johtuva maaperästä lähtevän hiilidioksidin nousu. Kivennäismaiden hiilivaraston kasvattamisen mahdollisuudet ovat kuitenkin paljon pienempiä kuin turvemaiden hiilivaraston hupenemisen hidastamisen tarjoamat mahdollisuudet. Turvemaiden hiilivarasto hupenee tällä hetkellä runsaat 8 Mt CO₂ ekv. vuodessa ja lupaavin ratkaisu tähän on pohjaveden pinnan nosto ja siten hajoamisen olennainen hidastaminen. Tässä keskeisenä haasteena on kuitenkin se, että vesitalous ei rajoitu yksittäisiin lohkoihin vaan vesitalouden hallinta vaatii valuma-alueen yhteistyötä. Arvioiden mukaan turvemaiden eri toimilla, erityisesti pysyvällä vettämisellä ja osin säätosalojituksella, voidaan päästä reilusti yli 1 MtCO₂ ekv., jopa yli 2 MtCO₂ ekv. päästövähennyksiin turvepelloilla maataloustuotantoa vähentämättä, jos toimet kohdistetaan sopivasti eri tuotantosuuntiin ja eri osiin maata.

Kivennäismaiden hiiliviljelyn osalta sen sisältämät viljelytoimet ovat monihyötyisiä. Niiden käyttöönotto vaatii kuitenkin uusien asioiden opettelua ja toimivien viljelykäytäntöjen löytämistä erilaisiin viljelyjärjestelmiin. Viljelijäverkostot ovat osoittautuneet erinomaisiksi tavoiksi levittää hyviä käytäntöjä ja yhteiskehittää ratkaisuja ilmeneviin haasteisiin. Hiiliviljelymenetelmien keskeisenä haasteena on kuitenkin ilmastomuutokseen sopeutuminen: mikäli kasvuolosuhteet heikkenevät, se haittaa myös kerääjäkasvien ja kasvien juuriston kasvua, mikä vähentää hiilensitoutumista. Alkukasvukauden kuivuuteen olisi syytä etsiä ratkaisuita, jotka hyödyttävät hiiliviljelyn lisäksi myös kasvintuotantoa laajemmin.

Turvepeltojen vettämisessä ja näkymiä määrittää vettämisestä näkeminen jatkumona ja valuma-alueen yhteistyö. Usein turvepeltojen vaihtoehtona nähdään nykytilan jatkaminen tai turvepellon käytöstä poistaminen. Vedenpinnan nosto hyödyttää kuitenkin päästöjen vähentämistä, vaikka pelto olisi viljelyssä. Mitä ylemmäs veden pintaa saadaan nostettua, sitä suuremmat ilmastohyödyt. Samalla kuitenkin kasvavat haasteet siitä, miten erilaiset pellonkäytöt sovitetaan toisiinsa ja miten valuma-alueelle sijoitetaan kosteikot, täysin vetetyt turvepellot, korkeammalla vedenpinnalla viljellyt lohkot sekä säätosalojitus. Suomen vanha, 1900-luvun alusta rakennettu vesienhallintainfrastruktuuri tähtäsi ylimääräisen veden nopeaan poistoon alueelta. Ilmastomuutoksen hillintä ja sopeutuminen haastavat tämän näkökulman ja kannustavat suunnittelemaan järjestelmän huollon tulevaisuuden tarpeiden mukaiseksi.

7. TULEVAISUUDEN VISIOITA JA SKENAARIOITA ILMASTOTEHOKKAALLE SUOMEN MAATALOUELLE

Heikki Lehtonen

Maa- ja elintarviketaloudessa korostuu maatalouden osuus päästöistä ja merkitys kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä (Poore & Nemecek 2018). Kuten kuvasimme luvussa 5, maatiloilla toteutuvien päästöjen vähentämisessä on sekä haasteita että mahdollisuuksia. Olennaista ruoantuotannon omavaraisuuden, toiminta- ja huoltovarmuuden kannalta on se, että kotimainen tuotanto on kilpailukykyistä, pystyy vastaamaan ravitsemustarpeiden ja -suositusten mukaisiin kysynnän muutoksiin, sopeutuu ilmastonmuutokseen ja hillitsee sitä, ja käyttää vähenemässä määrin fossiiliseen energiaan perustuvia tuotantopanoksia, kuten lannoitteita. Huoltovarmuuden turvaamisessa on olennaista tärkeimpien tuotantopanosten ja -välineiden saatavuuden turvaaminen myös poikkeusoloissa, mitä on yksityiskohtaisemmin tarkasteltu aiemmissa töissä (esim. Jansik ym. 2021; Huoltovarmuuskeskus 2024).

Seuraavassa hahmottelemme erilaisia kehityspolkuja Suomen maataloudelle vuoteen 2055, täydentäen aiempia tutkimuksia ja selvityksiä, joissa Suomen maatalouden kehitystä on mallinnettu ja arvioitu määrällisesti erilaisissa tulevaisuusskenaarioissa (esim. Koljonen ym. 2025, Lehtonen ym. 2022, Lehtonen & Rämö 2022). Tämä on tarpeen, koska etenkin seuraavat muutokset tulee ottaa aiempaa tarkemmin huomioon osana kvantitatiivisia muutospolkuja:

- Ruokavaliot muuttuvat ravitsemussuositusten mukaisiksi.
- Maatalouden tuottavuus kehittyy ja tuotanto sopeutuu ilmastonmuutokseen.
- Maatalous vastaa kotimaisen kysynnän muutoksiin, erityisesti öljy- ja valkuaiskasvien kysynnän mahdolliseen kasvuun.
- Poliittikaohjaus muuttuu päästövähennyksiä suosivaksi osana.
- Viennin osuus kotimaisesta tuotannosta voi kasvaa.

Tarvetta on myös pienimuotoiselle herkkyyksianalyysille liittyen erityisesti satoisuuden kehitykseen ja turvepeltoja koskevaan politiikkaohjaukseen. Näille muutoksille muodostetaan erilaisia skenaarioita, joiden vaikutukset suhteessa perusuraan lasketaan Lukessa käytössä olevan DREMFIA-sektorimallin (Lehtonen ym. 2022) avulla. Näin tunnistetaan, millaisia vaikutuksia eri skenaarioilla ja niiden muutosajureilla on Suomen maatalouden tuotantoon, pellonkäyttöön, maataloustuloon ja maatalouden kasvihuonekaasupäästöihin. Lopuksi tehdään johtopäätöksiä siitä, millaiset toimet olisivat ensisijaisia maataloudelle asetettujen eri tavoitteiden, erityisesti ilmastotavoitteiden, saavuttamisessa, ja tunnistetaan jatkotutkimustarpeita.

Hillintä- ja sopeutumistoimien kokonaisuus huomioiden tuottavuuskehitys ruokavaliomuutosten ja politiikkaohjausten ohella on tärkeää olla mukana maatalouden skenaarioissa. Näitä mallintamalla päästään tekemään myös herkkyyksianalyysiä siitä, missä määrin eri tekijät edesauttavat päästövähennyksiä ruoantuotannon omavaraisuutta heikentämättä. Seuraavassa tarkastellaan muutamia yksinkertaisia skenaarioita, ja niiden vaikutusarvioiden tuloksista voidaan tehdä tarkentavia johtopäätöksiä niistä edellytyksistä, joita päästövähennykset vaativat toteutuakseen.

7.1. PERUSKENAARIO JA MUUTOSKENAARIOT

Tässä työssä aiempia maatalouden muutosskenaarioita täydentämään on valittu ja määritelty seuraavat skenaariot:

- **Perusura:** Ei muutoksia ruokavalioidissa, maatalouspolitiikassa vuoden 2027 jälkeen, eikä kasvien satotasoissa. Maatalouden rakennekehitys jatkuu etupäässä tilakoon kasvun osalta. Solumaataloudella ei ole merkityksellistä osuutta perusurassa eikä muissakaan seuraavissa skenaarioissa. Satotasojen oletetaan pysyvän ennallaan viimeisen 15 vuoden (2010–2024) keskimääräisellä tasolla eri alueilla Suomessa, eli jonkinasteinen sopeutuminen ilmastonmuutokseen toteutuu ja siinä onnistutaan niin, että sadot eivät laske.
- **Perusura + maaperän päästöjen vähentämispalkkio:** Edellisen lisäksi vahvat kannustimet turvepeltojen päästövähennystoimille: maaperän päästöjen vähennyksille maksettava päästövähennyspalkkio, joka koskee myös kivennäismaita. Kun huomioidaan päästövähennyspalkkion saamiseen liittyvät kustannukset viljelijälle, nettomääräinen hyöty viljelijälle oletetaan olevan 5 €/tCO₂ ekv. Muuten sama kuin perusura.
- **Maltillinen kestävyys siirtymä:** +10/15 % sadon lisä – + 15 % öljy- ja valkuaiskasveille 2028–2050, muille kasveille + 10 %. Ruokavaliomuutos kuten taulukossa 7.1. on esitetty vuoteen 2035, sen jälkeen ei muutosta ruokavalioidissa.
- **Maltillinen kestävyys siirtymä:** +5/10 % sadon lisä – + 10 % öljy- ja valkuaiskasveille 2028–2050, muille kasveille + 5 %. Ruokavaliomuutos kuten maltillisen siirtymän skenaariossa (taulukko 7.1.) on esitetty vuoteen 2035, sen jälkeen ei muutosta ruokavalioidissa.
- **Epäonnistunut sopeutuminen:** Muuten kuten maltillisen sopeutumisen skenaario, mutta -10 % satotappio kaikille kasveille 2028–2050. Ruokavaliomuutos kuten maltillisen siirtymän skenaariossa (taulukko 7.1.) on esitetty vuoteen 2035, sen jälkeen ei muutosta ruokavalioidissa.
- **Rohkea kestävyys siirtymä:** Sadot +12/25 % – +25 % öljy- ja valkuaiskasveille 2028–2050, muille kasveille + 12 % 2028–2050. Ruokavaliomuutos kuten suurin esitetty muutos luvussa 2, eli voimakas siirtymä pois punaisesta lihasta ja juustoista kohti kasvituotteita 2028–2050. Lisäksi nettomääräinen maaperän päästöjen vähentämispalkkio 10 €/tCO₂ ekv.
- **Rohkea kestävyys siirtymä:** Kuten edellinen, mutta lisäksi typpivero +30 %, nousee asteittain 2028–2035.

Muutosskenaarioita on siis varsinaisesti kahta päätyyppiä: *maltillisen ja rohkean siirtymän skenaariot*. Niitä vastaavat ruokavaliomuutokset, jotka vastaavat luvussa 3 esitettyjä vaihtoehtoja, on esitetty taulukossa 7.1. Taulukon mukaiset muutokset ruoka-aineiden kulutuksessa henkilöä kohden on sellaisenaan otettu huomioon DREMFA-ktorimallissa, jossa kunkin ruoka-aineen kulutukselle henkilöä kohden voidaan asettaa muutostrendejä, jolloin kulutus voi muuttua kyseisestä trendiarvosta enintään muutamia prosentteja. Tämä tarkoittaa, että DREMFA-ktorimalli on eräistä muista sektorimalleista pääosin tarjontamalli, jossa kotimainen tuotanto ja tuonti kilpailevat keskenään oletuksella, että kotimainen ja ulkomainen tuote ovat epätäydellisiä substituutteja, eli korvaavat osittain toisiaan, ja että vientituotteesta saatava hinta on EU-hinta vähennettynä vientikustannuksilla (Lehtonen ym. 2001).

Taulukko 7.1. Suhteellinen muutos eri ruoka-aineiden käytössä vuodesta 2024 vuoteen 2035 (maltillinen siirtymä) ja vuoteen 2045 (rohkea siirtymä). Maltillisessa skenaariossa ruokavalioiden oletetaan pysyvän ennallaan vuodesta 2035–2055. Rohkean siirtymän skenaariossa ruokavalioiden oletetaan pysyvän ennallaan 2045–2055. Rasvaisiksi maitonesteiksi on luettu tässä kevyt- ja kulutusmaito ja muut yli 1 %:n rasvaosuuden nestemäiset tuotteet ml. piimät, jogurtit ja rahkat. Vähärasvaisiksi maitonesteiksi on oletettu rasvaton maito ja muut alle 1 %:n rasvaosuuden nestemäiset maitotuotteet, rasvattomat tai hyvin vähärasvaiset piimät, jogurtit ja rahkat. Voille ja kermoille määriteltiin kulutuksen suhteelliset vähenemiset erikseen.

	Maltillinen siirtymä 2024–2035	Rohkea siirtymä 2024–2045
Rasvaiset maitonesteet, jogurtit, rahkat	-34 %	-86 %
Rasvattomat maitonesteet, jogurtit, rahkat	+88 %	+88 %
Kerma	-7 %	-17 %
Juustot	-31 %	-78 %
Voi	-34 %	-82 %
Naudanliha	-20 %	-74 %
Sianliha	-20 %	-74 %
Siipikarjanliha	0 %	-37 %
Kananmunat	0 %	0 %
Vehnä	-16 %	-31 %
Ruis	+21 %	+52 %
Ohra (ohran elintarvikekäytössä alhainen lähtötaso; ei koske mallasohraa)	+233 %	+533 %
Kaura	+60 %	+160 %
Palkoviljat (herne, härkäpapu)	+131 %	+285 %
Kasviöljyt	+38 %	+ 88 %
Peruna	+47 %	+112 %

Taulukko 7.2. Muutoskenaarioihin liittyviä oletuksia keskeisistä muutoksista verrattuna vuoteen 2025. Typpilannoituksen tarpeen väheneminen eli typen käytön tehostuminen: Kuinka paljon typen tarve vähenee per lisäinen kg satoa per ha, kun sadot eri kasveille nousevat 5–25 % eri siirtymäskenaarioissa. Jos satotase laskee, typpilannoituksessa ei oleteta muutosta.

	Perusura	Maltillinen siirtymä*	Rohkea siirtymä
Typpilannoituksen tarpeen väheneminen lisäistä satokilogrammaa kohden*	0 %	-35 %	-50 %
CAP-tuotannosta irrotettu pinta-alamatki, per ha	ei muutosta vuoteen 2055	-20 %	-80 %
LFA-tuki, per ha	ei muutosta vuoteen 2055	ei muutosta vuoteen 2055	ei muutosta vuoteen 2055
Ympäristökorvaus, per ha	ei muutosta vuoteen 2055	+15 %	+25 %
Tuki öljykasveille, 98 €/ha vuonna 2025	ei muutosta vuoteen 2055	+50 %	+50 %
Tuki valkuaiskasveille	ei muutosta vuoteen 2055	+50 %	+50 %
Lisätuki nurmikasveille, €/ha	0	50	80
Maidon pohjoinen tuki, €/l	ei muutosta vuoteen 2055	-50 %	-100 %
Lypsylehmäpalkkio, AB-tukialue	ei muutosta vuoteen 2055	-50 %	-100 %
Nautapalkkiot, €/eläin	ei muutosta vuoteen 2055	-50 %	-80 %
Maaperän päästöjen nettomääräinen tuki** €/tCO ₂ ekv.	0	5	10
Lannoitevero	0	0	30 %***

* Typen käytön tehostuminen: Kuinka paljon typen tarve vähenee per lisäinen kg satoa per ha, verrattuna keskimääräiseen typen käyttöön satokilogrammaa kohden perusurassa.

** Tuotot vähennettynä kustannuksilla. Kustannukset €/tCO₂ ekv.

*** Vain vaihtoehtoisessa rohkean siirtymän skenaariossa, jossa asteittain nouseva lannoitevero 2028–2038 tasolle 30 %.

7.1.1 Hintaennusteet

Kaikissa em. skenaarioissa oletettiin OECD-FAO Agricultural Outlookin 2025 (OECD & FAO 2025) mukainen hintakehitys maatalouden päätuotteille (viljat, öljykasvit, valkuaiskasvit, sokeri, maitojauheet, juustot, voi, naudan-, sian- ja siipikarjanliha, kananmunat) ja eräille keskeisille tuotantopanoksille

(raakaöljy, typpilannoitteet) vuoteen 2034. Sen jälkeen tuotteiden ja panosten reaalihintojen oletettiin pysyvän ennallaan, eli tuotehintojen oletettiin nousevat panosten hinnannousua vastaavasti.

Merkillepantavaa tässä kesällä 2025 ilmestyneessä vuotuisessa maailman maatalouskatsauksessa on, että maatalouden tuottajahintojen ennustetaan keskipitkällä aikavälillä eli vuoteen 2034 mennessä hieman laskevan. Tämä johtuu raportin mukaan tuotannon tehokkuuden paranemisesta, mikä alentaa tuotantokustannuksia, sekä maataloustuotannon kasvusta keskituloisissa maissa. Niissä voidaan ottaa käyttöön uutta tekniikkaa sekä tehostaa lannoitteiden, rehujen ja muiden tuotantopanosten käyttöä. Ruuan tuotannon kasvu perustuu enimmäkseen nykyisen tuotannon tehokkuuden parantamiseen, mutta etenkin Afrikassa ja Etelä-Aasiassa myös viljelyalojen ja eläinmäärien ennakoitaan kasvavan. Kotieläintuotteiden kysyntä kasvaa alhaiselta tasoltaan matalan tulotason maissa, joissa tämänkaltaisen ruokavaliomuutoksen odotetaan vähentävän aliravitsemusta, mikä on usein vakava ongelma. Kehittyneissä maissa lihan kysynnän odotetaan vähenevän hitaasti korkeilta tasoiltaan. Kokonaisuutena lihan kysyntä maailmanlaajuisesti kasvaa edelleen, mutta kasvu hidastuu merkittävästi. Sen sijaan maidosta jalostettujen tuotteiden kulutuksen ennakoitaan kasvavan tulotason noustessa ja väestön muuttaessa edelleen runsain määrin suurkaupunkeihin. Maitotuotteiden kysynnän ja hintojen odotetaan pysyvän vahvoina myös kehittyneissä maissa. Maidon ja maitotuotteiden kokonaistuotannon (ja -kysynnän) ennakoitaan kasvavan maailmanlaajuisesti noin 1,8 % vuosivauhtia, mutta tästä kokonaistuotannon kasvusta yli puolet arvioidaan toteutuvaksi Intiassa ja Pakistanissa 2025–2034. Euroopassa maidontuotannon arvioidaan vähän laskevan. Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa juustojen kysynnän arvioidaan lievästi kasvavan. Toisaalta raportti toteaa, että kasvipohjaiset maitojuomat voivat korvata osan nestemaitojen kulutuksesta kehittyneissä maissa. Maailmanlaajuinen vahva kysyntä pitää kuitenkin maitotuotteiden hintakehityksen vakaana ja lievästi nousevana, eli vahvempana verrattuna lihatuotteisiin, joiden reaalihintojen odotetaan hitaasti laskevan. Tällä on merkitystä Suomen maataloudelle, jossa maitotuotteet ja naudanliha yhdessä vastaavat lähes puolta maatalouden tuotannon tuottajahintaisesta kokonaisarvosta.

Erityisesti on huomattava, että tämän luvun 7 skenaariotarkastelussa EU-tason hintojen oletetaan olevan kaikissa skenaarioissa samat kuin OECD & FAO Agricultural Outlook 2025 ennakoii vuoteen 2034. Malli-analyysin tulokset ovat siis ehdollisia OECD & FAO:n maatalouskatsauksen hintakehitykselle.

Maatalouden maailmanlaajuisten kasvihuonekaasupäästöjen ennakoitaan OECD & FAO:n 2025 laskelmien mukaan nousevan kasvavan väestön, tulotason, kysynnän ja elintarviketuotannon mukana noin 6 % vuosina 2025–2034. Raportin skenaarioanalyysin mukaan maatalouden maailmanlaajuisten kasvihuonekaasupäästöjen kehitys on mahdollista painaa laskuun maatalouden tuottavuutta kehittämällä ja soveltamalla laajasti muun muassa täsmäviljelyä, ravinne- ja vesitaloutta, kastelua ja kotieläinten ruokintaa kehittämällä, sekä ottamalla käyttöön monipuolisempia viljelykiertoja ja uutta teknologiaa. Nämä ovat pitkälti samansuuntaisia keinoja kuin on jo pitkään suositeltu Suomessa, jossa myös kasvilajikejalostus nähdään tärkeänä (Hakala 2020, Roitcsh ym. 2022)

7.1.2 Tarkemmat skenaario-oletukset typen käytön tehostumisesta ja maataloustuista

Kaikissa siirtymäskenaarioissa typen käyttö tehostuu siten, että satotason nousu ei lisää samassa suhteessa typpilannoituksen tarvetta kuin satotasot nousevat: Maltillisessa siirtymässä typpilannoituksen tarve on lisäsatokilogrammaa kohden noin 67 % ja rohkean siirtymän skenaariossa 50 %. Siirtymäskenaarioissa, joissa ruokavaliomuuttuu, kotieläintuotannon tuotantosidonnaisten tukien määrä vähenee 20–100 % eri skenaarioissa (taulukko 7.2.), samoin CAP-tulotuen.

Ympäristökorvauksen määrä nousee 25 % rohkean siirtymän skenaariossa. Öljy- ja valkuaiskasvien tuet nousevat siirtymäskenaarioissa 50 % asteittain vuosina 2028–2040.

Nämä skenaariot tuovat esille maaperän päästövähennysten kannusteiden, ruokavaliomuutoksen, satoisuuden kehityksen ja typen käytön tehostumisen vaikutuksia. Skenaarioiden vaikutuksia maatalouden kehitykseen Suomessa on arvioitu DREMFI-sektorimallin avulla vuoteen 2055. Sektorimallinnuksen etuna on, että kotieläintalous rehunkäyttöineen ja pinta-alan tarpeineen ovat alueittain kytköksissä eri kasvien viljelyaloihin. Samoin tuonti ja vienti pellonkäyttövaikutuksineen, ravinteiden käyttö, satoisuuden ja työn tuottavuuden muutokset ajan yli ovat kaikki yhtä aikaa mukana tarkastelussa (Lehtonen ym. 2001, 2022). Lopputuloksista lasketaan myös kasvihuonekaasupäästöjen kehitys.

7.2. TUOTANNON, PELLONKÄYTÖN, MAATALOUSTULON JA KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN KEHITYS ERI SKENAARIOISSA VUOTEEN 2055

7.2.1 Maidontuotanto

Maidontuotannon kehitys määrittää vahvasti Suomen maatalouden kokonaistuotantoa, pellonkäyttöä ja maataloustuloa. Perusurassa maidontuotanto vähenee noin 6 % prosenttia vajaan 2 miljardiin litraan vuodesta 2025 (2095 milj. litraa) vuoteen 2055, jolloin tuotannon kokonaismäärä on tulosten mukaan 1,96 miljardia litraa (kuva 7.1). Pieni tuotannon väheneminen perusurassa pienestä maitotuotteiden reaalihintojen noususta huolimatta kertoo kannattavuushaasteista, joka puolestaan johtuu pitkälti menneiden vuosien tuotantopanosten hintojen noususta. Tuotannon kehitys on kuitenkin vakaata ja vastaa hyvin kotimaista kulutusta, joka pysyy perusurassa vakiona 2024 tasolla.

Perusuran kaltainen tasainen maidontuotannon kehitys voi toteutua, jos investoinnit yli sadan ja yli 200 lehmän navetoihin, joissa työnkäyttö on tehokkaampaa kuin pienemmissä, edistyvät ja korvaavat pienempien lypsykarjatilojen tuotantoa. Tarvittava pääoma investointiin on kuitenkin suuri ja investointien kannattavuus on herkkä maidon ja tuotantopanosten vaihteluille, sekä muille epävarmuuksille kuten lehmien keskituotosten ja rehukasvien satojen kehitykselle. DREMFI-mallissa perusteellisesti validoitu endogeeninen lypsykarjatilojen rakennekehitys, eli investoinnit erikseen viiteen eri tilakokoluokkaan selittää melko hyvin menneen 1995–2025 kehityksen maitotilojen rakennekehityksessä ja tuotannon kokonaismäärässä erityisesti viimeisen 10–15 vuoden aikana (Lehtonen ym. 2022).

Jos perusura-skenaarioon lisätään maaperän päästöjen päästövähennyspalkkio, sillä ei ole tulosten mukaan vaikutusta tuotannon kokonaismäärän kehitykseen seuraavina vuosikymmeninä vuoteen 2055 (kuva 7.1). Näin siksi, koska päästövähennyspalkkio ei pakota vähentämään intensiivistä maataloustuotantoa turvepelloilla, mutta kannustaa siihen, samoin kuin siirtämään tuotantoa mahdollisuuksien mukaan kivennäismaalajin pelloille (Lehtonen ym. 2022). Lypsykarjatalouden investoinnit keskittyvät tässä skenaariossa kivennäismaavaltaisille alueille ja vähenevät turvemaavaltaisilla, joille kuitenkin edelleen jää jonkin verran tuotantoa. Maidontuotanto turvemailla vähenee mutta osin jatkuu etenkin maan pohjoisosissa, jossa kivennäismaalajin peltoja on käytettävissä rajallisesti, ja koska turvepelloilla on vähän kannattavaa käyttöä lypsy- ja muun nautakarjatuotannon lisäksi. Sama pätee osin myös Pohjanmaan suuralueelle. Koko maan tasolla maidontuotanto ei maaperän päästöjen vähennyspalkkion (taulukko 7.2) vuoksi vähene, vaan maidontuotanto, jonka investoinnit ovat pitkäkestoisia, pystyy vähitellen kasvattamaan tuotantoa kivennäismaalajin pelloilla. Tällöin myös hyödytään päästövähennyspalkkiosta, eli sen tuotot kattavat ja ylittävät aiheutuvat kustannukset. Jokaisen maatilan kohdalla näin ei tietenkään ole, jolloin tuotannon

siirtyminen turvemailta kivennäismaille ei etene kuin hyvin rajallisesti, mutta koko maan mittakaavassa laajamittainen siirtymä on mahdollista.

Ensimmäisessä maltillisen siirtymän skenaariossa viljan ja nurmen sadot nousevat 10 % aikajaksolla 2027–2045 samalla kun maidon tuotantosidonnaiset tuet alenevat puoleen (taulukko 7.2.).

Tuotantosidonnaisten tukien alentamisen perusteena voidaan nähdä resurssien siirto tuotantoa ylläpitävistä tuista erityisesti satokehityksen vauhdittamiseen edellä mainituin keinoin, sekä mm. öljykasvien ja palkoviljojen ja erilaisten ympäristötoimien, kuten maaperän päästövähennyspalkkion maksamiseen. Myös ruokavaliomuutos ja sen myötä maitotuotteiden kulutuksen väheneminen voi puoltaa maidon tuotantosidonnaisten tukien alentamista osana siirtymää. Markkinoiden toimivuuden kannalta satokehityksen tukeminen on parempi vaihtoehto kuin tuotantotuet, jotka aiheuttavat tunnetusti taloudellista hyvinvointitappiota.

Ensimmäisessä maltillisen siirtymän skenaariossa investoinnit suuriin navetoihin ovat edelleen kannattavia, jopa paremmin kuin perusurassa. Maidon tuotantomäärät nousevat vuoden 2,1 miljardin litran tasolta vähitellen noin 2,35 miljardiin litraan eli lähes 12 % (Kuva 7.1). Tämä tapahtuisi tulosten mukaan siitä huolimatta, että maitotuotteiden kotimainen kulutus vähenee merkittävästi vuoteen 2035 mennessä, mutta jää sen jälkeen ennalleen. Viennin kasvun vauhdittama tuotannon kasvu johtuu pääosin satotason nousun tuomasta tuottavuuden kasvusta ja maitotuotteiden kohtuullisen hyvästä hintakehityksestä EU:ssa, mutta myös pieniltä osin siitä, että punaisen lihan eli naudan- ja sianlihan vähenevästä tuotannosta ja näitä palvelevasta rehuntuotannosta vapautuu peltoalaa lypsykarjatilojen käyttöön maan lounais- ja länsiosissa.

Toisessa maltillisen siirtymän skenaariossa satotason kehitys jää nurmen ja viljojen osalta viiteen prosenttiin 2027–2045. Tämän seurauksena maidontuotannon kehitys jää perusuran tasolle vuoteen 2050 mennessä, vaikka välillä onkin perusuran tasoa korkeampi. Tämä puolestaan selittyy sillä, että kotimaisen kysynnän vähentyessä tuottavuuden kasvu ei ole pitemmän päälle riittävää, että vientiä kannattaisi olennaisesti kasvattaa ja sen tasoa ylläpitää.

Huomionarvoista on kuitenkin se, että molemmissa em. maltillisen siirtymän skenaarioissa tuotannon kokonaismäärä ei vähene, vaikka maidolle maksettava kansallinen tuki, maitolitran kohden maksettava pohjoinen tuki alenee vähitellen puoleen vuoteen 2040 mennessä, samoin Etelä-Suomessa (AB-tukialue) maksettava eläinkohtainen lypsylehmäpalkkio alenee puoleen vuoteen 2040 mennessä. Tulokset kertovat siitä, että pienikin tuottavuuden kasvu, vaikka esim. nurmien ja viljojen satojen nousu jäisi vain 5 prosenttiin, on merkityksellinen ennestään alhaisten katetuottojen asetelmassa, koska katetuoton nousu mahdollistaa suuremmat investoinnit yli sadan ja yli 200 lehmän maitotiloihin. Tällöin kasvavat investoinnit johtavat ennen pitkää edelleen jatkoinvestointeihin, jos alueen peltoala sen sallii. Tällaiset polkuriippuvat kehityskulut, joita DREMFA-malli simuloi 1995–2055, ovat mahdollisia ja niitä ilmentää myös toteutunut maitotilojen rakennekehitys, jossa suuret yli sadan ja yli 200 lehmän keskimääräistä korkeamman työn tuottavuuden maitotilat ovat keskittyneet ja edelleen keskittymässä osiin Länsi-Suomea ja Pohjois-Savo. Mainittakoon, että toteutunutta maidontuotannon ja maatilojen rakennekehityksen kehityskulkua on vaikea selittää muilla, kuin juuri dynaamisilla malleilla, jotka eivät toimi staattisen tasapainomallin logiikan mukaisesti, vaan jossa tehdyt investoinnit voivat ruokkia itseään, jos alueet resurssit sen sallivat.

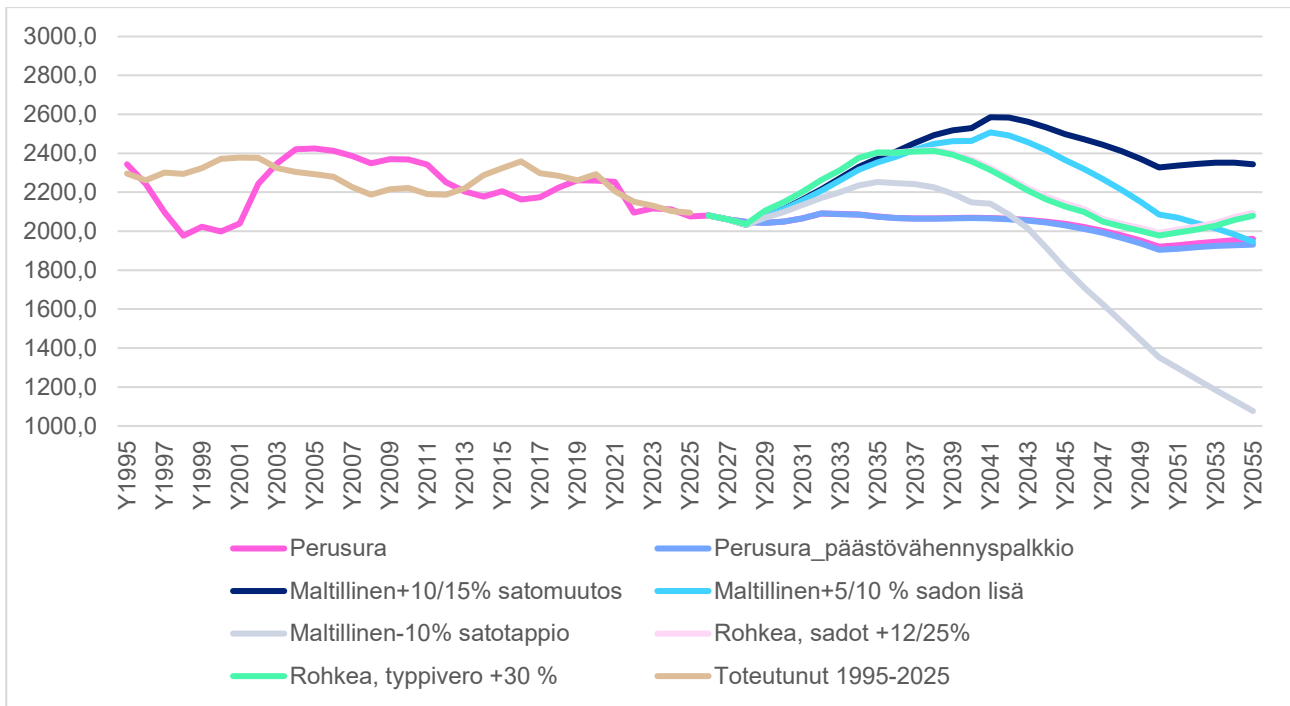
Kolmannessa maltillisen siirtymän skenaariossa viljan ja nurmen sadot heikkenevät 10 % kaikilla kasveilla 2025–2045. Tällöin edellä mainitut itseään ruokkivat kehityskulut, joissa investoinnit suuriin navetoihin kasvavat, jäävät toteutumatta heikentyvän kannattavuuden vuoksi. Tällöin maidontuotannon tuottavuus ja kustannuskilpailukyky heikkenevät samalla, kun maidon tuotantosidonnaiset tuet puolittuvat, eikä resurssien siirto tuottavuutta ja satoisuutta tukeviin toimiin tuotakaan haluttua tulosta,

vaan sadot laskevat 10 %. Tämän seurauksena maitotilojen kannattavuus ja katetuotot heikkenevät, investoinnit vähenevät ja kokonaistuotanto vähenee vähitellen noin 1,1 miljardiin litraan vuoteen 2055 mennessä. Tämä on selvästi alle maltillisen siirtymäskenaarion kotimaisen kulutuksen tason, joka on noin raakamaitona noin 1,5–1,6 miljardia litraa (noin 25 % vähennys vuodesta 2025). Tällöin erityisesti juustojen tuonti kasvaa ja kattaa suurimman osan kotimaisesta kulutuksesta, samalla kun maitotuotteiden vienti loppuu lähes kokonaan. Tämä tulos kertoo siitä, että heikkenevällä satotasolla on ajan myötä suuri vaikutus maidon kokonaistuotantoon, etenkin jos samalla maidon tuotantosidonnaiset tuet alenevat. Heikentynyttä satotasoa on vaikea kompensoida esim. konekalustoon ja rakennuksiin liittyvillä kustannussäästöillä – päinvastoin nämä kustannukset kasvavat, kun maidontuotantoon tarvittava rehu on viljeltävä entistä suuremmalla pinta-alalla (erit. hyvälaatuisen nurmirehun korjuu on tehtävä nopeasti päivän tai kahden kuluessa optimaalisesta korjuuajankohdasta sadon laadun varmistamiseksi).

Erikseen määriteltiin yllä rohkean siirtymän skenaario, jossa punaisen lihan kulutus vähenee 74 % 2025–2045, siipikarjanlihan 37 % ja maitotuotteiden kulutus vähenee selvästi enemmän kuin maltillisen siirtymän skenaariossa. Maitotuotteiden kokonaiskulutus vähenee selvästi: juustojen kulutus henkilöä kohden vähenee 78 % ja voin 82 %, mutta vähärasvaisten maitotuotteiden kulutus kasvaa 88 % vuoteen 2045 mennessä. Nämä muutokset vähentävät meijereiden tarvitseman raakamaidon määrää alle puoleen 2025–2045. Sopeutuminen ilmastomuutokseen onnistuu kuitenkin erinomaisesti, jolloin öljykasvien ja palkoviljojen sadot nousevat jopa 25 % ja muiden kasvien 12 %. Tästä koituu merkittäviä tuottavuushyötyjä maataloilille, koska rehu voidaan korjata pienemmältä alalta, ja lisäksi saatavilla on aiempaa enemmän kotimaassa tuotettua valkuaisrehua, kuten rypsirouhetta.

Tässä skenaariossa punaisen lihan ja siipikarjanlihan vähenevän kulutuksen myötä tuotannon nopea väheneminen on tulosten mukaan todennäköistä (kuvat 7.2–7.4), samoin kuin näihin liittyvän rehuviljan tuotannon väheneminen. Aivan kuten maltillisen siirtymän skenaariossa, tämä johtuu lihojen EU-reaalihintojen lievistä laskusta sekä siitä, että Suomessa ei ole enää näissä tuotantosuosunnissa erityisiä hyödyntämättömiä kustannusetuja tai rakennekehityksen mahdollisuuksia, kuten vielä on maidontuotannossa, jossa rakennekehitys on ollut hitaampaa. Rohkean siirtymän skenaariossa punaisen lihan ja siipikarjanlihan tuotannon ja niihin liittyvät rehuviljan tuotannon nopea väheneminen vapauttaa suuria pinta-aloja keskimääräistä satoisampaa peltomaata lypsykarjatalouden käyttöön maan lounais- ja länsiosissa, kuin maltillisen siirtymän skenaariossa. Tämä tarkoittaa peltomaan hintojen laskua ja edullisen hyväsatoksen pellon saatavuus edesauttaa merkittävästi maidontuotannon investointeja.

Näiden muutosten seurauksena maidon kokonaistuotanto pysyy ennallaan rohkean siirtymän skenaariossa siitä huolimatta, että maitolitralla maksettava pohjoinen tuki ja Etelä-Suomessa maksettava eläinkohtainen lypsylehmäpalkkio lopetetaan asteittain kokonaan vuoteen 2045 mennessä (kuva 7.1). Tämänkaltaista kehitystä, jossa maidontuotanto tulee vähitellen kannattavaksi ilman tuotantosidonnaisia tukia, ei olisi voitu Suomessa kuvitella EU-jäsenyyden alkuvaiheessa, kun tuotannon kannattavuutta ja sen saavuttamiseksi tarvittavaa rakennekehitystä pidettiin suurena haasteena EU-jäsenyyden alkuvaiheessa. Samoin maidontuotannon kannattavuutta pidettiin vaikeana ylläpitää ennen 2015 toteutunutta EU:n maitokiintiöiden poistamista (Lehtonen 2007). Suosiollinen maitomarkkinakehitys ja tuottavuuden kasvu ovat tuoneet vähitellen helpotusta kannattavuushaasteisiin investoivilla maitotiloilla, mutta samalla ajoittain nopeasti nousseet tuotantopanosten hinnat sekä ajoittaiset heikot satovuodet määrän ja laadun osalta ovat tuoneet lisähaasteita. Jatkossa satoisuudella ja EU:n hintakehityksellä on suuri merkitys, kuten edellä esitetty analyysi osoittaa.

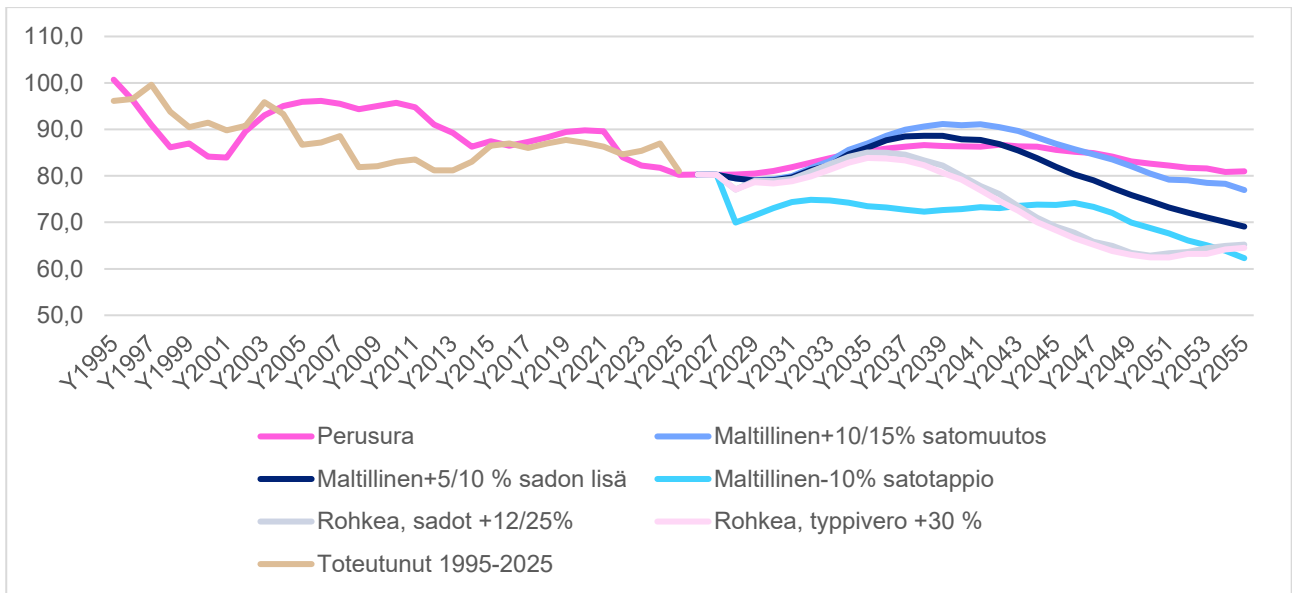


Kuva 7.1. Maidon kokonaistuotanto (milj. litraa) eri skenaarioissa vuoteen 2055. Nopea peltomaan vapautuminen sian- ja siipikarjanlihan ja viljan tuotannosta sekä satotasojen nousu siirtymäskenaarioissa aluksi lisää maidontuotantoa, jota kotimaisen kysynnän lasku ja tuotantosidonnaisten tukien väheneminen pian vähentävät. Maaperän päästöjen päästövähennyspalkkiolla tai typpiverolla on tulosten mukaan vähäinen vaikutus maidontuotannon kokonaismäärään.

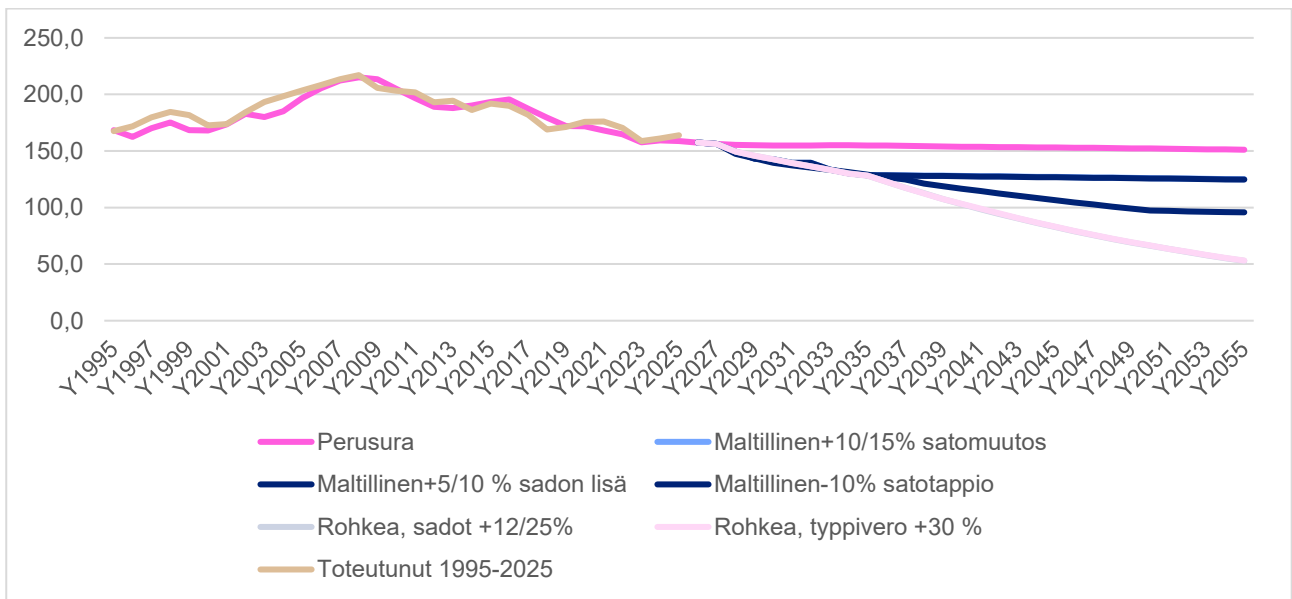
7.2.2 Lihan ja kananmunien tuotanto

Naudanlihantuotanto seuraa luonnollisesti maidontuotannon kehitysrien suuntia kaikissa skenaarioissa, koska yli 80 % naudanlihasta tuotetaan lypsykarjarotuisista eläimistä (kuva 7.2). Naudanlihantuotanto säilyy perusurassa ennallaan, mutta vähenee muissa skenaarioissa 64–77 tuhanteen tonniin. Emolehmiin perustuva naudanlihantuotanto kasvaa selvästi perusurassa ja maltillisen siirtymän skenaarioissa lievästi, kompensoiden osin lypsykarjarotuisien eläinten määrän vähenemistä. Rohkean siirtymän skenaariossa myös emolehmien määrä vähenee.

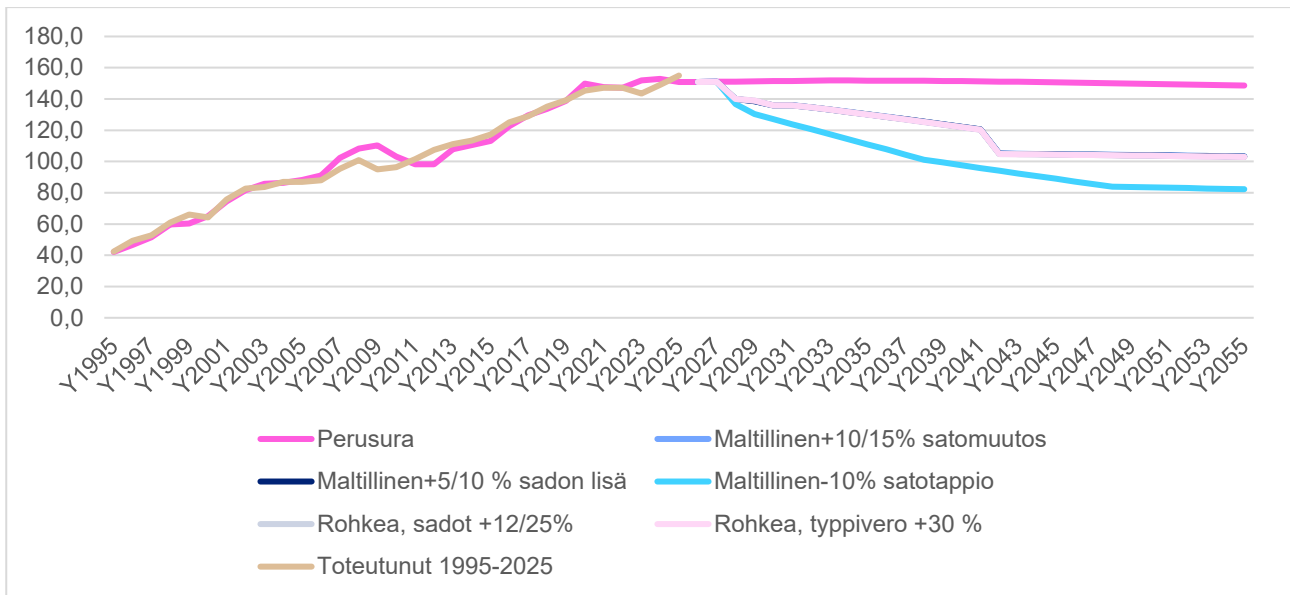
Sian- ja siipikarjanlihan tuotanto jatkuu perusurassa lähes ennallaan, mutta vähenee kysyntää vastaavasti siirtymäskenaarioissa (kuvat 7.3–4). Maltillisen siirtymän skenaariossa alenevat rehukasvien (vilja, palkoviljat) sadot alentavat tuotannon määrää, mutta korkeammat sadot eivät lisää tuotantoa. Tämä tarkoittaa sitä, että satotason pieni kasvu ei tee kotimaista kulutusta suurempaa tuotantoa ja vientiä kannattavaksi.



Kuva 7.2. Naudanlihan kokonaistuotanto (1000 t) eri skenaarioissa vuoteen 2055. Maaperän päästöjen päästövähennyspalkkiolla tai typpiverolla ei tulosten mukaan ole vaikutusta naudanlihantuotannon kokonaismäärään.

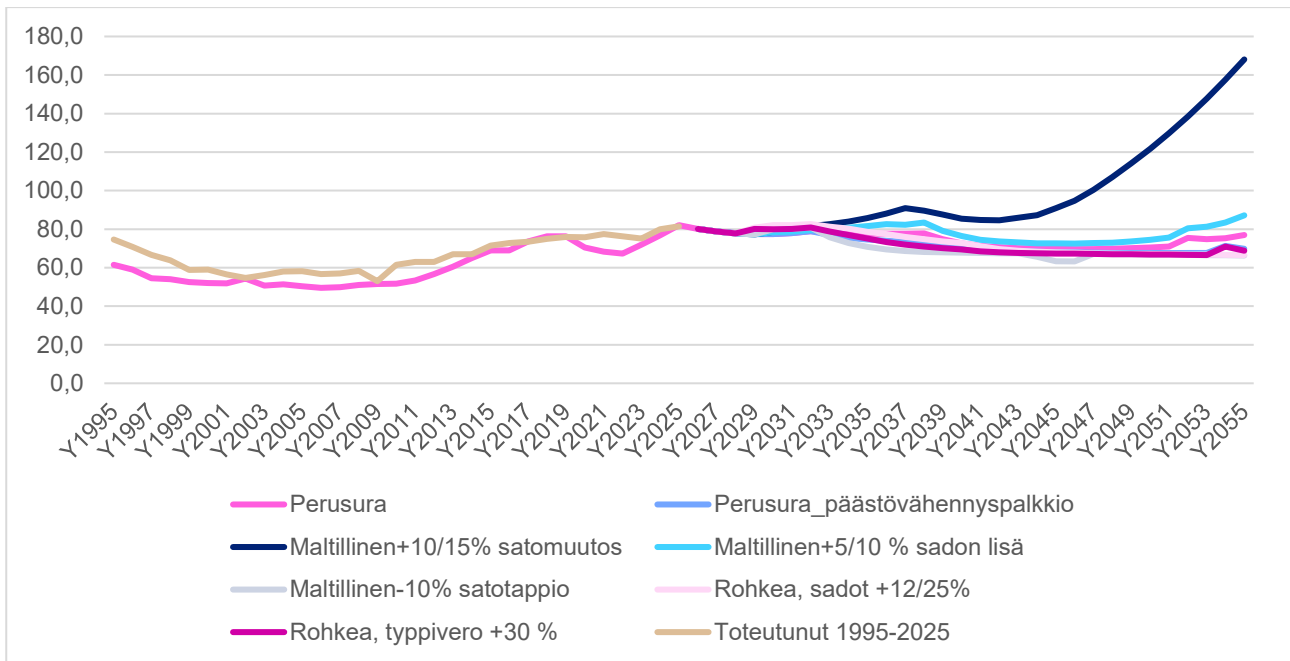


Kuva 7.3. Sianlihan kokonaistuotanto (1000 t) eri skenaarioissa vuoteen 2055. Maaperän päästöjen päästövähennyspalkkiolla tai typpiverolla ei tulosten mukaan ole vaikutusta sianlihantuotannon määrään.



Kuva 7.4. Siipikarjanlihan kokonaistuotanto (1000 t) eri skenaarioissa vuoteen 2055. Tuotanto alittaa 100 000 t ainoastaan maltillisen siirtymän skenaariossa, jossa satotason alenevat 10 %, perusurassa tuotanto pysyy lähes samana, ja vähenee runsaaseen 100 000 tonniin kaikissa muissa skenaarioissa. Maaperän päästöjen päästövähennyspalkkiolla tai typpiverolla ei tulosten mukaan ole vaikutusta siipikarjanlihantuotannon määrään.

Kananmunantuotanto vähenee aluksi perusurassa, mutta palaa lähes vuoden 2025 tasolle vuoteen 2055 mennessä (kuva 7.5). Kananmunankulutuksen ei oleteta muuttuvan vuoden 2025 tasosta missään skenaariossa. Koska vuoden 2025 tilanteessa noin 20 % Suomessa tuotetuista kananmunista viedään, satotason ja peltoalatukien kehityksellä eri skenaarioissa on tulosten mukaan vaikutusta kananmunantuotantoon viljantuotannon kannattavuuden kautta. Kananmunantuotanto kasvaa vuoden 2025 tilanteeseen nähden yli kaksinkertaiseksi, lähes 90 000 tonnia maltillisen siirtymän skenaariossa, jossa viljojen sadot nousevat 10 % ja peltoalatuotet vähenevät lievästi. Tämä tulos merkitsee sitä, että peltoalaresurssia, jota vapautuu sian- ja siipikarjanlihan tuotannosta, saatetaan käyttää kananmunantuotantoon ja vientiin, jos viljan satoisuus kehittyy myönteisesti ja rehukustannus on riittävän alhainen kananmunien vientihintaa nähden, joiden ennakoitiin pysyvän reaalisesti ennallaan OECD & FAO:n katsauksessa kesällä 2025. Saadut tulokset kananmunien merkittävästä viennin lisäyksestä ovat kuitenkin hyvin epävarmoja, kuten muista skenaarioista saadut tulokset osoittavat: Jos viljojen sato nousee vain 5 %, kananmunantuotannon kasvu jää vain vajaaseen 7 000 tonniin. Rohkean siirtymän skenaarioissa peltoalatukien väheneminen heikentää viljantuotannon kannattavuutta, jolloin myös kananmunien tuotannon ja viennin kasvut jäävät toteutumatta. Joka tapauksessa kananmunantuotantoa koskevat tulokset tuovat esille sen, että peltoalaresurssi tullaan tavalla tai toisella käyttämään maataloustuotantoon, jos sille on kannattavuuden edellytyksiä, ja niitä voi avautua myös viennistä.



Kuva 7.5. Kananmunien kokonaistuotanto (1000 t) eri skenaarioissa vuoteen 2055. Maaperän päästöjen päästövähennyspalkkiolla tai typpiverolla on tulosten mukaan vähäinen vaikutus kananmunantuotannon kokonaismäärään, mutta satotasojen nousu voi yhdessä peltoalan vapautumisen kanssa johtaa kananmunantuotannon ja viennin merkittävään kasvuun.

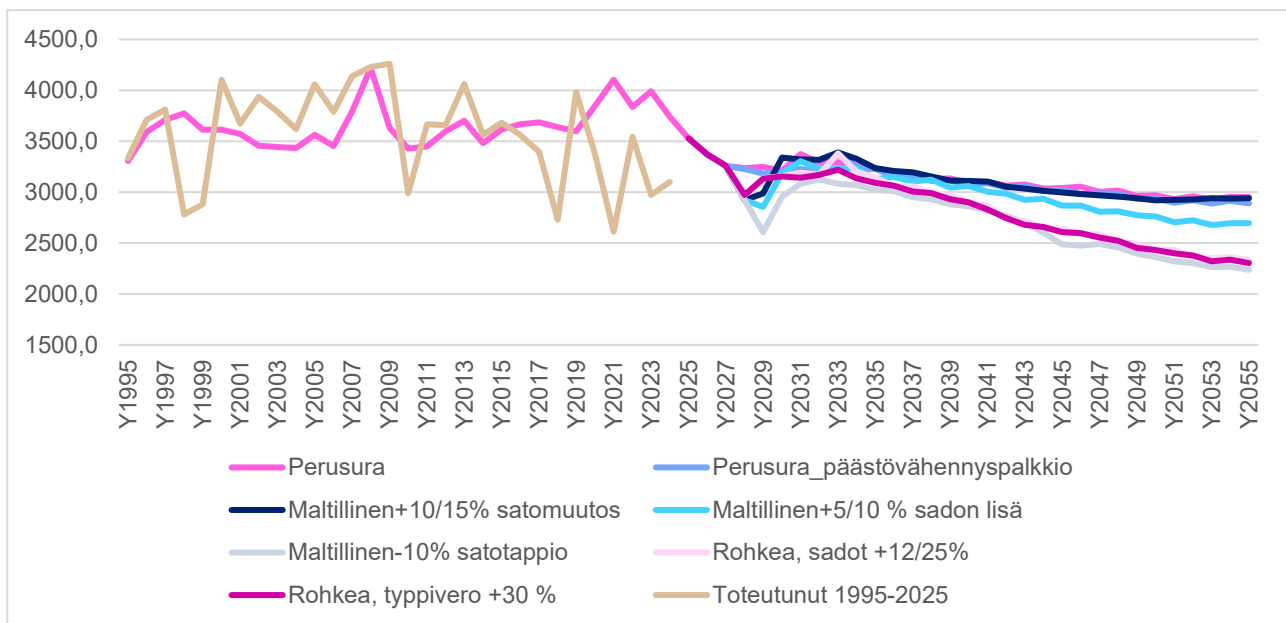
7.2.3 Kasvintuotanto ja pellonkäyttö

Viljan tuotanto ei tulosten mukaan kasva vaan vähenee hitaasti kaikissa skenaarioissa vastaten kuitenkin likimain kotimaista kysyntää rehuna ja elintarvikkeiden raaka-aineina. Tuottavuuden kasvu ei riitä tekemään viljan viennistä kannattavaa, joten se vähenee asteittain kaikissa skenaarioissa (kuva 7.6). Viljantuotannon kokonaismäärä ja viljakasvien viljelyn kokonaisala vähenevät kaikissa skenaarioissa, eli satotasojen nousu ei missään skenaariossa johda viljan viennin kasvuun, kun samalla peltoalatuet, jotka vaikuttavat myös viljantuotannon kannattavuuteen, vähenevät. Tukien saamisen ehtona on peltojen pitäminen viljelykunnossa, mikä aiheuttaa viljelijälle erilaisia kustannuksia. Ne tulevat paremmin katetuiksi, ja myös pelto pysyy esim. rikkakasvien hallinnan osalta paremmin viljelykunnossa, jos pellolla viljellään jotain satokasvia. Siksi pelloilla tullaan suurella todennäköisyydellä viljelemään satoa tuottavia kasveja, jos sille on kannattavuuden edellytyksiä. Ellei näitä edellytyksiä ole, pelto voi jäädä viljelemättä, mutta hoidettuna kesantona. Tällöin pelkät maataloustuet tuskin vuosikymmenien aikajänteellä kuitenkin riittävät kesantojen hoitamisen todellisiin kustannuksiin, joihin kuuluvat myös maatalouskoneet ja niiden huolto, ei vain muuttuvat tuotantopanokset kuten työ ja polttoaineet, joita kesantojen hoitoon myös tarvitaan. Kannattavuuden edellytysten puuttuessa pelto jää hoitamatta ja pitämättä viljelykunnossa, jolloin se hyvin hitaasti metsittyä ilman muita toimia.

Viljankokonaistuotanto on tulosten mukaan hitaalla laskevalla kehitysuralla kaikissa skenaarioissa. Lähes kolmen miljoonan tonnin viljan kokonaistuotanto saavutetaan vuonna 2055 ainoastaan perusurassa ja skenaariossa Maltillinen +10/15 % satomuutosskenaariossa viljantuotannon lähtötason ollessa noin 3,1 miljoonaa tonnia keskimäärin 2020–2024. Muissa skenaarioissa jäädyään selvästi alle 3 milj. tonnin (kuva 7.6). Vuosien 2015–2024 viljan kokonaissadon keskiarvo oli n. 3,3 milj. tonnia. Yksittäisinä vuosina on saatu yli 4 milj. tonnin viljasatoja, katovuosina selvästi alle 3 miljoonan tonnin satoja (esim. 2,6 milj. tonnia vuonna 2021), joten Suomessa sääolosuhteista johtuvat satoriskit ovat

viljakasveilla ja muillakin siemensatoisilla kasveilla suuret. Määrällisesti ja laadullisesti hyvin heikkoja satoja on saatu keskimäärin 2–3 vuonna kymmenestä vuoden 1995 jälkeisellä ajanjaksolla (Kuva 7.6). Kokonaissadon koko maan keskiarvo peittää alleen lisäksi sen, että yksittäisissä maakunnissa viljasato voi pudota katovuonna jopa puoleen, jos edellisenä vuonna on saatu hyvä sato (Luonnonvarakeskuksen pellonkäyttö- ja satotilasto 2025). Näin ollen keskimääräisen viljasadon tulisi lievästi ylittää vuotuinen kotimainen kokonaiskäyttö, jos pyritään kaikissa tilanteissa vahvaan omavaraisuuteen. Tällöin varastomuutokset voivat pääosin kattaa vuotuiset yli- ja alijäämät. Tehty mallinnus, joka ei huomioi varastomuutoksia, antaa kuitenkin tulokseksi kotimaista käyttöä vastaavan viljantuotannon, jos se on kannattavampaa kuin viljan tuonti ulkomailta.

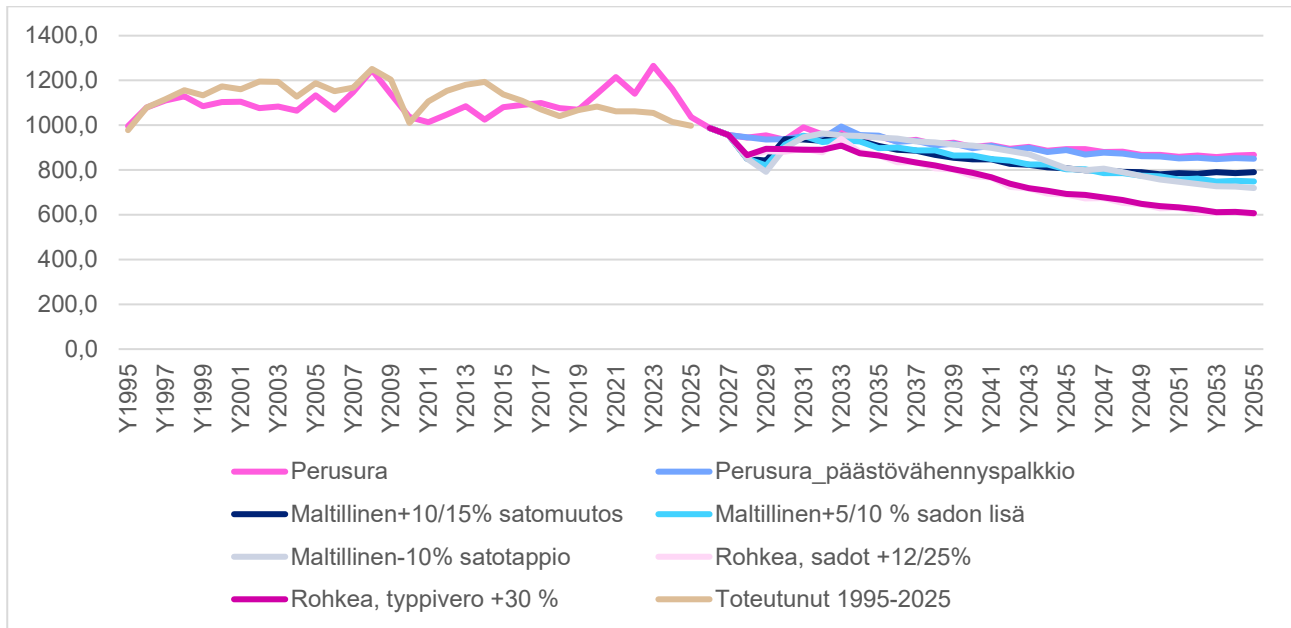
Kotimaiseen viljan kysyntään voidaan kuitenkin vastata kaikissa skenaarioissa, koska maltillisen ja rohkean siirtymän skenaarioissa kotieläintuotteiden kysyntä ja tuotanto, ja samalla rehuviljan tarve, vähenevät. Merkillepantavaa on, että 10 %:n satotappio maltillisen siirtymän skenaariossa johtaa tulosten mukaan viljan kokonaistuotannon yli 28 %:n laskuun vuoteen 2050 mennessä. Tämäkin tuotanto vastaa kuitenkin vähentynyttä rehuviljan tarvetta, koska samalla myös kotieläintalouden tuotanto vähenee, kuten edeltä ilmenee. Aleneva satotaso johtaa kuitenkin tulosten mukaan leipäviljan, erit. rukiin, tuonnin kasvuun, vaikka vehnää tuotetaan tulosten mukaan edelleen leipäviljaksi lähes kotimaista kysyntää vastaava määrä. Nämä tulokset kertovat siitä, että viljantuotannon kannattavuus ja laajuus kärsivät merkittävästi satojen alenemisesta. Yhtä lailla merkillepantavaa kuitenkin on, että maatalouden päätuotteiden osalta tuotanto kattaa edelleen pääosan kotimaisesta kulutuksesta tässäkin skenaariossa. Tähän puolestaan myötävaikuttaa se, että satotasojen heikentyessä viljelykäyttöön voidaan ottaa kesantoalaa (200 000–300 000 ha viimeisen 15 vuoden aikana) ja osin myös nurmialaa, josta osa on laajaperäisessä alhaisen satotason viljelyssä.



Kuva 7.6. Viljan kokonaistuotanto (1000 t) eri skenaarioissa vuoteen 2055.

Viljan viljelyala (kuva 7.7) vähenee tulosten mukaan perusskenaariossa runsaat 14 % 2025–2050. Tähän vaikuttaa lähtötalanteessa eli 2025 alhainen kannattavuus ja nimellisesti nousevat tuotantopanosten hinnat, jotka hädin tuskin tulevat katetuiksi viljan nimellishintojen pienellä nousulla

(OECD & FAO 2025). Viljan viljelyala vähenee selvästi enemmän siirtymäskenaarioissa, joissa ruokavaliot muuttuvat kasvispainotteiseen suuntaan ja samalla satotaso nousee. Vilja-ala vähenee myös skenaariossa, jossa satotaso laskee, kun heikosti kannattava kotieläintuotanto vähenee.



Kuva 7.7. Viljojen viljelyala yhteensä (1 000 ha) eri skenaarioissa vuoteen 2055.

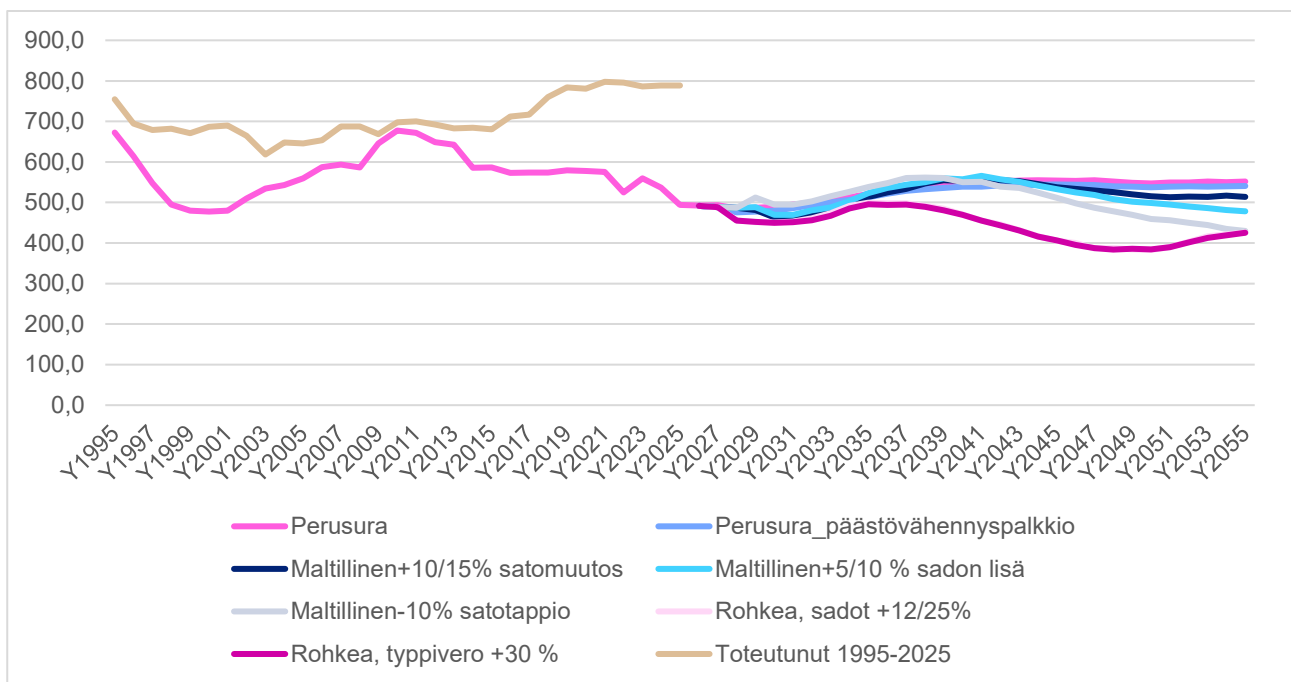
Skenaarioissa, joissa sadot nousevat eniten, myös vilja-ala vähenee eniten, jopa 40 % eli 400 000 ha. Viljan viljelyala vähenee kaikissa siirtymäskenaarioissa vähintään 200 000 ha. Tämä johtuu siitä, että viljan kokonaiskäyttö Suomessa vähenee muissa paitsi perusskenaariossa, ja koska viljan vienti ei tulosten mukaan oletetuilla EU-hinnoilla kannata. Siksi viljan tuotantoa ei kannata tulosten mukaan lisätä vaan vähentää eri skenaarioissa. Koska satotasot nousevat muutamissa skenaarioissa, viljelyalaa tarvitaan vähemmän.

Sen sijaan öljy- ja valkuaiskasvien tuotanto kasvaa siirtymäskenaarioissa muutamia prosentteja tai muutamia kymmeniä prosentteja (maltilliset siirtymäskenaariot), jolloin tuotannon määrä jää kotimaisen tarpeen alle. Rohkean siirtymän skenaarioissa näiden kasvien tuotanto lisääntyy enemmän, jopa yli kaksinkertaistuu, jolloin kokonaissadon osalta ollaan jo lähellä kotimaisia käyttömääriä. Tähän myötävaikuttavat erityisesti satojen nousu ja osin myös näille kasveille suunnattujen tukien nousu 50 %. Muutokset suhteessa perusuraan, jossa viljan kokonaistuotanto on suurin, ovat merkittäviä. Viljan suhteellinen osuus peltoalasta vähenee siirtymäskenaarioissa, mikä tarkoittaa monipuolisempia viljelykiertoja kuin perusurassa.

Nurmikasvien viljelyala jää perusurassa 1995–2025 alle havaitun nurmikasvien kokonaisalan, koska DREMFA-sektorimallissa ei ole mukana hevos-, lammas-, vuohi- ja porotaloutta, jotka kaikki käyttävät nurmikasveja rehuina (porot lähinnä kuivaheinää) (Kuva 7.8). Perusurassa noin 500 000 hehtaarin suuruinen nurmirehuala pitää sisällään myös apilasekoitteisten nurmien alaa runsaat 100 000 ha, jonka lisäksi intensiivisesti viljellyn korkean lannoitustason nurmialan (noin 230–300 000 ha) ja matalan intensiteetin nurmialaa (noin 50–150 000 ha). Intensiivisesti viljelty rehunurmi, lannoitustasot 150–200 kgN/ha (nurmen uusimisväli 2–3 vuotta), ja apilasekoitteiset nurmialat (n. 50–70 kgN/ha) tuottavat

lypsylehmien nurmirehun ja osan muun nautakarjan rehusta. Muun nautakarjan rehuina käytetään edellisten nurmirehujen ohella myös laajaperäisesti viljeltyä useampivuotista nurmea (uusimisväli 3–5 vuotta), jonka lannoitustaso oletetaan tasolle 80–120 kgN/ha. Koska DREMFA-mallissa on näitä erilaisia nurmia ja lisäksi kuivaheinä, joiden typpilannoitustaso muuttuu erikseen hintasuhteiden ohjaamana, nurmien pinta-ala- ja lannoitusmuutokset vastaavat joustavasti maidon ja lihan kysynnän ja hintojen sekä lannoitteiden hintojen muutoksiin.

Rohkean siirtymän skenaariossa, jossa satotason muutos nurmille on 12 % samalla kun maidontuotanto pysyy lähes ennallaan ja naudanlihantuotanto nurmirehuntarpeineen vähenee, jäädään selvästi alle perusuran nurmialan tason, noin 400 000 hehtaariin rehunurmia. Enimmillään rehunurmialaa on perusurassa, noin 540 000 ha vuonna 2055. Koska typpilannoitteiden hinnat ovat jääneet OECD & FAO-katsauksen mukaan muutamina viime vuosina pysyvästi selvästi aiempia vuosia korkeammalle tasolle, kannustimet nurmien lannoituksen vähentämiseksi näyttäsivät toteutuvan ilman typpiveroakin. Nurmista matalan lannoitustason apilasekoitteisten nurmien osuus kasvaa yli puoleen nurmialasta kaikissa skenaarioissa ja korkean lannoitustason nurmien osuus vähenee, jääden kuitenkin noin kolmanneksen osuuteen koko nurmialasta. Erillisillä matalan panoskäytön nurmien tuilla (Taulukko 7.2) pidetään eri siirtymäskenaarioissa huolta siitä, että nurmiala ja samalla kivennäismaiden hiilisyöte ei olennaisesti vähenisi. Koska nurmirehun tarve vähenee kaikissa siirtymäskenaarioissa, nurmialasta voi kuitenkin vapautua peltoalaa yli 200 000 ha, ellei nurmialaa ylläpidetä rehunurmen tarpeen vähentyessä, ja siten varmisteta hiilensidontaa kivennäismailla.

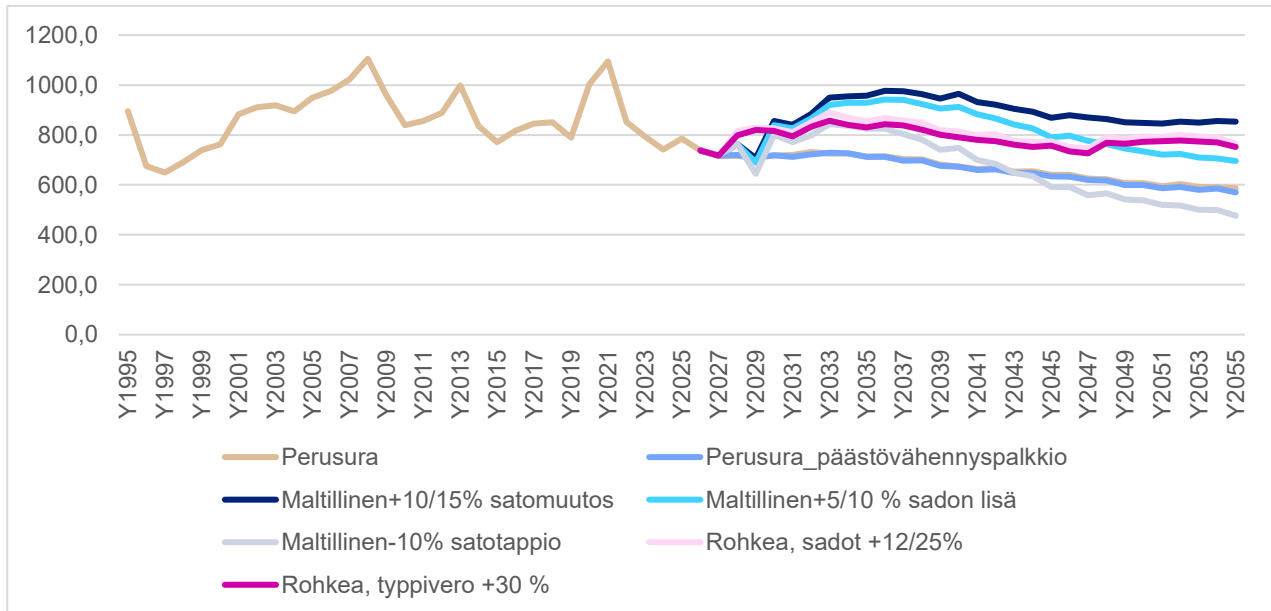


Kuva 7.8. Nurmikasvien viljelyala (1000 ha) eri skenaarioissa vuoteen 2055. Mallinnettu kehitys alittaa toteutuneen rehunurmialan, koska mallista puuttuvat hevoset, lampaat, vuohet ja porot.

7.2.4 Maataloustulon kehitys ja typpiveron ja maaperän päästövähennyspalkkion vaikutukset

Maataloustulo eli viljelijän työn ja pääoman korvaukseksi jäävä osuus kehittyi suotuisimmin maltillisen siirtymän skenaariossa, jossa on paras satokehitys (10 % sadonlisä nurmille ja viljoille ja 15 % öljy- ja valkuaiskasveille) ja suuremmat maataloustuet kuin rohkean siirtymän skenaarioissa. Seuraavaksi suotuisin kehitys vuoteen 2055 on rohkean siirtymän skenaarioissa. Typpivero 30 % epäorgaanisille lannoitteille alentaa tulosten mukaan maataloustuloa hyvin vähän, noin 15–20 milj. €. Tämä johtuu siitä, että rohkean siirtymän skenaarioissa typpilannoituksen kokonaismäärä alenee ilman typpiveroakin viljan viljely alan merkittävästi vähentyessä, ja lisäksi apilanurmien ja palkoviljojen osuuden kasvu peltoalasta vähentää epäorgaanisen typpilannoituksen tarvetta. Lisäksi taloudellisesti rationaalinen viljelijä alentaa kaikkien kasvien lannoitustasoa ainakin muutaman prosentin, joidenkin yli 10 %, oletetun 30 % typpiveron vuoksi.

Vastaavasti voidaan todeta, että perusskenaarion tapauksessa maaperän päästövähennyspalkkiolla on hyvin vähäinen vaikutus maataloustuloon: Vaikutus oli jaksolla 2027–2055 keskimäärin 5 milj. € maataloustuloa alentava, kun turvepeltojen tuotantoa siirrettiin kivennäismaille. Tämä tarkoittaa sitä, että suurten lypsykarjatilojen syntymisen hidastuminen turvepeltovaltaisilla alueilla voi nostaa tuotantokustannuksia verrattuna perusuraan, jossa maaperän päästövähennyspalkkiota ei ole. Toisin sanoen mittakaavaetujen saavuttaminen saattaa pieneltä osin hidastua maaperän päästövähennyspalkkion vuoksi, koska turvemaavaltaisilla alueilla on viimeisen 30 vuoden aikana investoitu paikoin voimakkaasti tilakoon kasvattamiseen, ja investointien vahvempi suuntautuminen kivennäismaavaltaiten alueiden vähän pienemmille tiloille saattaa tarkoittaa keskimäärin vähän suurempia tuotantokustannuksia. Ero jää tulosten mukaan kuitenkin hyvin pieneksi.



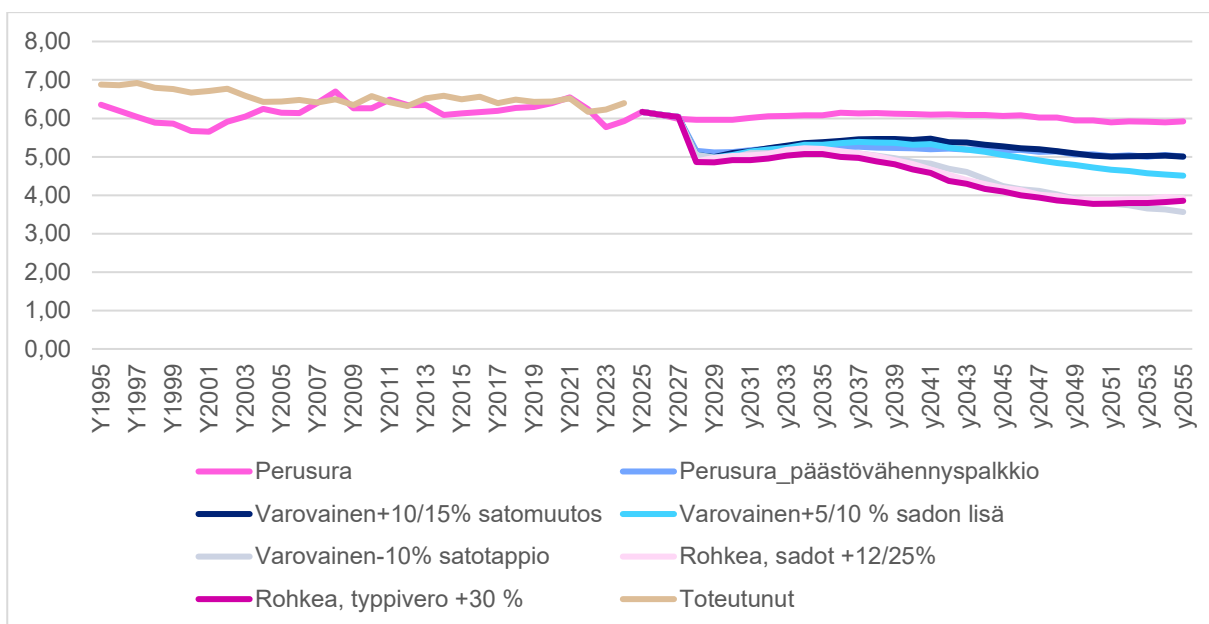
Kuva 7.9. Maataloustulo (milj. €) eri skenaarioissa vuoteen 2055.

7.2.5 Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen kehitys

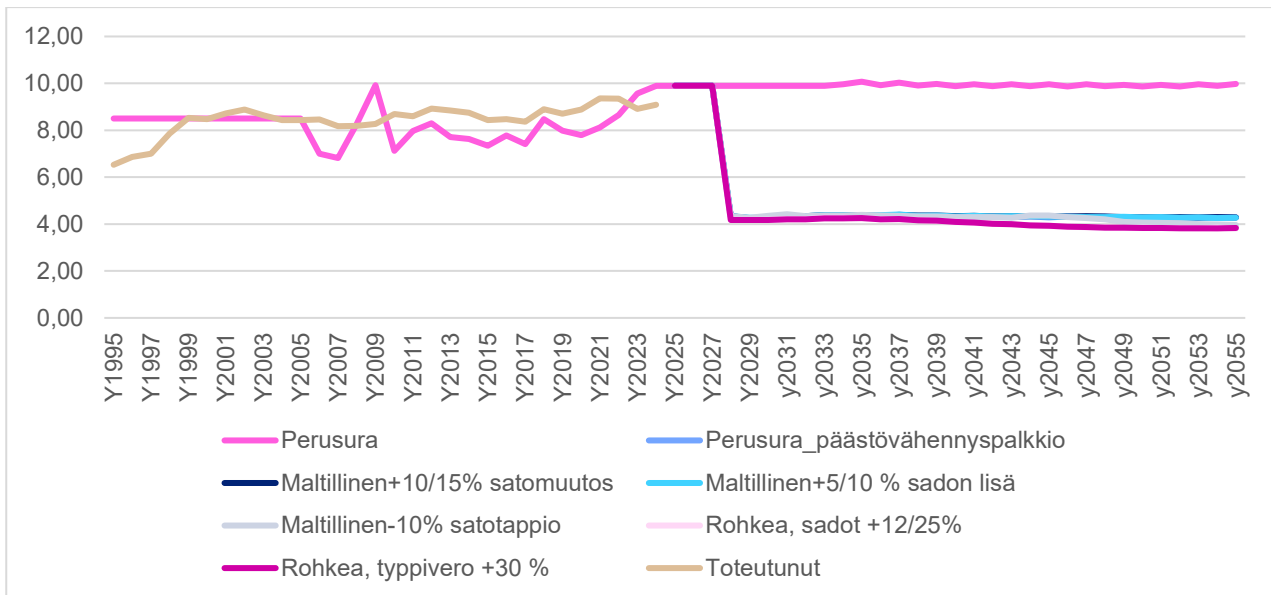
Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt lasketaan DREMFA-mallissa pellonkäytön, lannoituksen ja eläinten lukumäärien ja kiinteiden päästökertoimien avulla likimain samalla tavalla kuin virallisessa kasvihuonekaasuinventaariossa, jossa typpilannoituksen päästöt lasketaan kuitenkin yksityiskohtaisemmin. Lisäksi DREMFA:ssa ei huomioida kalkituksen eikä maatalouden energiankäytön päästöjä, vaan lasketaan ainoastaan maatalouden maankäyttösektorin ja maatalouden taakanjakosektorin päästöt erikseen ja nämä yhteenlaskettuna.

Kuvassa 7.10 on esitetty maatalouden taakanjakosektorin päästöt. Pienimmät taakanjakosektorin päästöt (3,56 MtCO₂ ekv.) vuonna 2055 on tulosten mukaan maltillisen siirtymän skenaariossa, jossa sadot alenevat 10 % ja maataloustuotanto vähenee kotimaista kulutusta vähäisemmäksi. Huomionarvoista on, että rohkean siirtymän skenaarioissa päädytään 3,86 MtCO₂ ekv. päästöihin vuonna 2055, vaikka maataloustuotteiden tuotanto vastaa lähes täysin kotimaista kulutusta palkoviljoja ja öljykasveja lukuun ottamatta (näissä jäädään noin neljännes kotimaisen kulutuksen alle, perusurassa jäädään selvästi alle puoleen kotimaisesta kulutuksesta), ja jossa tuotetaan merkittäviä määriä maitotuotteita ja myös naudanlihaa vientiin. Perusurassa ei päästä kuin hyvin vähäisiin päästövähennyksiin taakanjakosektorin päästöissä. Jos kuitenkin perusurassa otetaan käyttöön maaperän päästövähennyspalkkio, päästään vajaan 6 MtCO₂ ekv. päästöjen sijasta 5 MtCO₂ ekv. päästöihin. Samansuuruisiin taakanjakosektorin päästöihin päästään myös maltillisen siirtymän skenaariossa, jossa satotaso nousee 10 % viljoilla ja nurmilla, ja jossa tuotetaan lähes 20 % enemmän maitoa kuin perusurassa. Tämä selittyy sillä, että turvepeltojen päästöistä vajaan 20 % raportoidaan taakanjakosektorille N₂O-päästönä, ja ne päästöt alenevat maltillisen siirtymän skenaarioissa.

Taakanjakosektorin päästövähennyksissä ei ole otettu huomioon mahdollista 3NOP-lisäaineen käyttöä lypsylehmien ruokinnassa, joka vähentäisi metaanipäästöjä noin 20 %, eli vajaan 0,2 MtCO₂ ekv. vuoden 2025 eläinmäärillä laskettuna, mutta selvästi tätä vähemmän etenkin siirtymäskenaarioissa, joissa nautaeläinten määrä vähenee. Karkeasti voidaan arvioida, että 3NOP-lisäaineen käyttö vähentäisi taakanjakosektorin päästöjä vuonna 2055 vähintään 0,1 MtCO₂ ekv. vuotta kohden kaikissa siirtymäskenaarioissa. 3NOP-lisäaine on kuitenkin toistaiseksi poissa käytöstä Tanskassa tutkittavien mahdollisten haitallisten vaikutusten aiheutumisesta eläimille.



Kuva 7.10. Maatalouden taakanjakosektorin päästöt (MtCO₂ ekv.) eri skenaarioissa vuoteen 2055.



Kuva 7.11. Maatalouden maankäyttösektorin päästöt (MtCO₂ ekv.) eri skenaarioissa vuoteen 2055.

Kuvassa 7.11 on esitetty maatalouden maankäyttösektorin päästöt (MtCO₂ ekv.) eri skenaarioissa. Ne vaihtelevat tulosten mukaan (jotka eivät täysin vastaa toteutunutta kehitystä) perusurassa ennen vuotta 2015 sen mukaan kuinka suuri osa turvepelloista on ollut viljalla. Vuodesta 2024 alkaen maatalouden maankäyttösektorin päästöt pysyvät perusurassa lähellä 10 MtCO₂ ekv. tasoa. Maaperän päästövähennyspalkkio pudottaa nämä päästöt alle puoleen. Se on mahdollista lopettamalla kokonaan viljan viljely turvemaidilla (noin 100 000 ha 2020-luvun alussa), vähentämällä myös nurmien viljelyn murto-osaan turvemaidilla, sekä monipuolistamalla kivennäismaiden viljelyä, mikä myös vähentäisi pieneltä osin maatalouden maankäyttösektorin päästöjä, jotka ovat olleet vähän alle tai yli 1 MtCO₂ ekv. viimeisen 15 vuoden aikana.

Maltillisen siirtymän skenaarioissa maltillinen päästövähennyspalkkio, nettomääräisenä (viljelijän kustannusten jälkeen) €5/tCO₂ekv on jo sektorimallin tulosten mukaan riittävän vaikuttava poistaakseen lähes kaiken nurmien viljelyn turvepelloilta. Pohjois-Suomeen kuitenkin jäisi noin 45 000 ha rehunurmia turvepelloille ja muualla maassa yhteensä noin 10 000 ha. Kaikkiaan noin 225 000 ha turvepeltoja jäisi maltillisen siirtymän skenaarioissa hylätyksi pelloksi vuoteen 2055 mennessä, kun viljelyä siirrettäisiin turvemailta kivennäismaille. Hylätyn pellon päästöt on laskettu kertoimella 15tCO₂ ekv./ha vuodessa. Pohjaveden pintaa nostamalla voitaisiin päästä selvästi pienempiin päästöihin, mitä ei ole tässä otettu huomioon. Pohjavedenpinnan nostamiseen soveltuvia turvepeltoja on arvioitu olevan vain osa turvepelloista, noin 75 000 ha (Lehtonen ym 2024).

Rohkean siirtymän skenaarioissa, jossa viljelijälle maksetaan nettomääräinen €10/tCO₂ ekv., turvepeltojen viljely loppuisi lähes kokonaan. Tällöin maatalouden maankäyttösektorin päästöt laskisivat vielä vähän lisää.

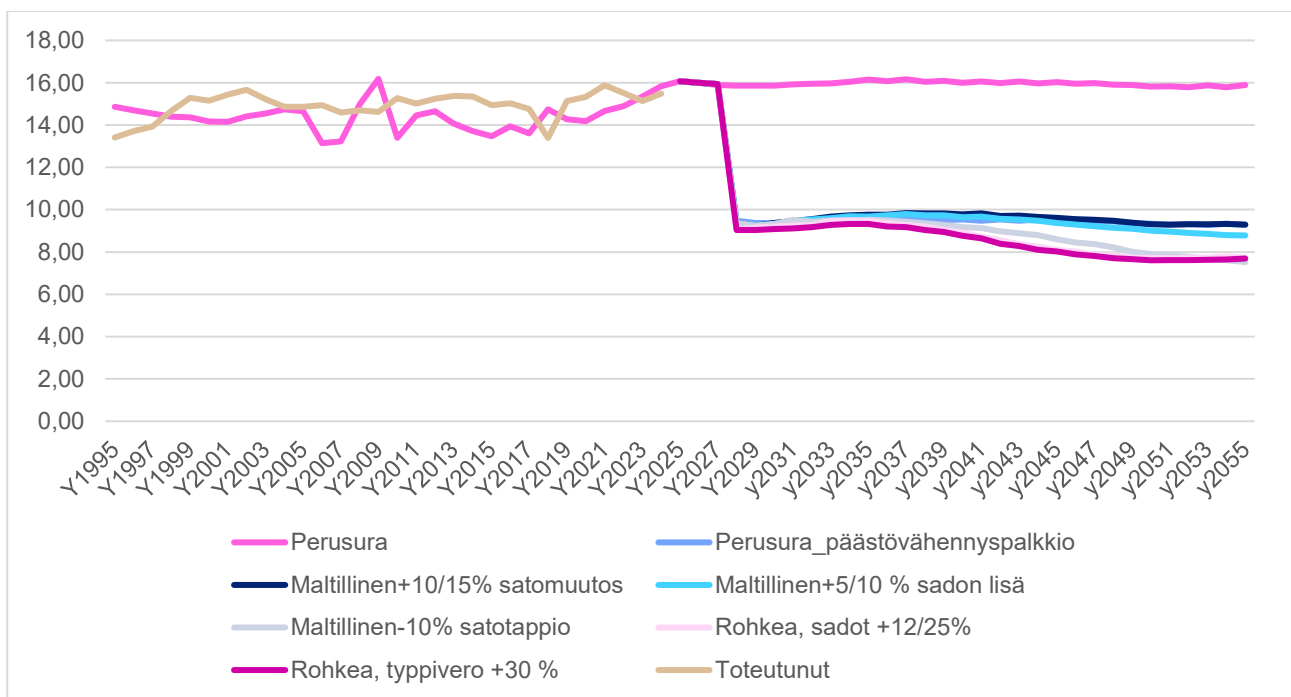
On kuitenkin todettava, että maaperän päästövähennyspalkkion tulisi olla todellisuudessa suurempi nettomääräisesti viljelijälle kuin 5–10 €/tCO₂ ekv., koska käytetty sektorimalli ei sisällä tarkkoja maatilatason kuvauksia päästövähennyspalkkion vaikutuksista maatalon pellonkäyttöön ja talouteen. Niitä ovat laskeneet Purola & Lehtonen (2022) joiden tulosten mukaan tarvitaan runsaan 20 €/tCO₂ ekv. päästövähennyspalkkio tai päästösakko, jotta viljelijän kannattaisi vähentää turvepellon päästöjä säätosalojituksen keinoin. Tällöin pelto pysyisi edelleen viljelykelpoisena useiden kasvien viljelyssä, ei

pelkästään kosteikkokasvien kuten kävisi pysyvässä pohjavedenpinnan nostossa eli kosteikkojen perustamisessa. Samansuuntaisia tuloksia ovat saaneet myös Rämö ym. (2025).

Nyt tehty analyysi todennäköisesti aliarvioi tarvittavaa viljelijälle maksettavaa nettomääräistä päästövähennyspalkkiota turvepeltojen vettäisiin sekä aiheutuvia maatilatason kustannuksia tuotannon siirtämisestä turvepeltoilta kivennäismaalajin pelloille. Toisaalta analyysissä ei ollut mukana mahdollisia pysyviä kosteikkoja, joilla turvepellon päästöt voidaan pudottaa murto-osaan. Tällöin pelto ei kuitenkaan ole enää maataloustukien piirissä vaan viljelijälle tulisi maksaa pysyvää riittävän korkeaa kosteikon hoitotukea, että kosteikkojen perustaminen olisi kannattavaa (Wejberg ym. 2024). Joka tapauksessa maaperän päästövähennyspalkkio näyttäisi lupaavalta mahdollisuudelta vähentää maatalouden päästöjä maataloustuotantoa vähentämättä.

Yhteensä maatalouden taakanjakosektorin ja maankäyttösektorin päästöt eri skenaarioissa summautuvat välille 7,7–15,9 MtCO₂ ekv. eri skenaarioissa (Kuva 7.12).

Lisäksi eri siirtymäskenaariot johtavat tulosten mukaan myös väheneviin epäorgaanisen typpilannoituksen tarpeeseen maataloudessa noin 25–40 prosentilla vuoteen 2055, mikä vaikuttaa paitsi taakanjakosektorin päästöihin, myös todennäköisesti vähenevään vesistökuormitukseen. Jos rohkean siirtymän skenaarioon lisätään typpivero, se voi tulosten mukaan johtaa typen kokonaiskäytön, ja ravinnetaseiden vähenemiseen yli 10 % enemmän kuin ilman typpiveroa. Vaikutukset maataloustuloon jäisivät pieniksi, korkeintaan muutaman prosentin suuruisiksi esim. typensitojakasvien lisääntyneen käytön ansiosta. Vaikutus maataloustuloon voi kuitenkin olla epäedullisempi, jos tuottavuuden ja satoisuuden kehitys ovat heikot epäonnistuneen sopeutumisen vuoksi.



Kuva 7.12. Maatalouden kokonaispäästöt ilman energian käytön päästöjä (MtCO₂ ekv.) eri skenaarioissa vuoteen 2055. Ei sisällä maatalouden energiasektorin päästöjä (viime vuosina noin 9,9 MtCO₂ ekv.).

7.4. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ TULEVAISUUDEN SKENAARIOISTA

Tulokset ovat pitkälti samansuuntaisia kuin on jo esitetty melko laajassa kansainvälisessä kirjallisuudessa päästövähennyspotentiaaleiksi maataloudessa, kun ruokavalioita muutetaan kasvispainotteiseen suuntaan ja kotieläintuotantoa ja sitä palvelevaa rehukasvien tuotantoa tyypilannoituksineen vähennetään. Tällöin on mahdollista saavuttaa melko suuriakin päästövähennyksiä maataloudesta ja koko ruokasektorilta (Mosnier ym. 2023).

Olennaista on kuitenkin se, miten vähenevältä kotieläintuotannolta vapautuva peltoala käytetään: Voidaanko ruoantuotannosta vapautuvia peltoja laajassa mitassa metsittää tai perustaa kosteikoiksi, jotta niistä muodostuisi hiilivarastoja, ja lisäksi luonnon monimuotoisuutta ylläpitäviä alueita? Vapautuvan peltoalan kohtalo vaikuttaa siihen, millaisia kustannuksia ja päästövähennyksiä syntyy, ja onko muutos (erityisesti pitkään viljelyssä olleiden maatalousmaiden ja -maisemien metsittäminen) kustannustehokas tapa vähentää päästöjä. Lisäksi on huomioitava, ja ovatko muutokset hyväksyttäviä ja reiluja pellon omistajille, maaseutuyhteisöille ja ruokasektorin toimijoille.

Aiempien tutkimusten tulokset Suomen maatalouteen liittyen osoittavat samansuuntaisia, mutta usein pienempiä päästövähennyksiä, kuin edellä on esitetty eri siirtymäskenaarioissa (Koljonen ym. 2025, Lehtonen & Rämö 2022, Lehtonen ym. 2022, 2024). On kuitenkin todettu, että turvepeltojen toimilla voidaan päästä suuriin päästövähennyksiin (Lehtonen ym. 2022, 2024, Huuskonen ym. 2023).

Suomen erityispiirre on se, että yli puolet maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä tulee turvepelloista ja silloin ratkaisevaa on, miten näiden päästöjen käy. Päästöt voivat myös kasvaa, jos turvepeltoja käytetään jatkossa vaihtoehtojen puuttuessa entistä enemmän ja intensiivisemmin esim. viljan ja muiden yksivuotisten kasvien viljelyyn. Tämä ei olisi myöskään taloudellisesti järkevää eikä ainakaan paras ratkaisu, koska ensinnäkin edellä esitetty analyysi osoittaa, että pelkkä viljantuotanto ja viljan viennin lisääminen kannattaa todennäköisesti huonosti. Lisäksi on huomattava, että osa turvepelloista on kesantoina tai laajaperäisesti viljeltyinä nurmina koska voivat olla happamia, vesitaloudeltaan ja satopotentiaaliltaan heikkoja, jolloin niille sopivat paremmin nurmikasvit yksivuotisten kasvien sijaan. Yksi päästöjen kannalta epäedullinen mahdollisuus on, että jatkossa maataloustukien vastineeksi viljelijöiltä vaaditaan entistä aktiivisempaa viljelyä, ja silloin viljantuotanto turvepelloilla voi lisääntyä, koska nurmisadolle on paikoin hyvin vähän kysyntää. Tämä aiheuttaisi nykyisen kasvihuonekaasuinventaarion laskentakertoimien mukaan enemmän hehtaarikohtaisia päästöjä (35 tCO₂ ekv./ha) kuin nurmiviljely (25 tCO₂ ekv.) (Ahvenjärvi ym. 2022).

Aiemmissä tutkimuksissa on osoitettu, että siirtyminen kohti kasvispainotteisempia ruokavalioita ei yksin takaa merkittäviä päästövähennyksiä Suomen maataloudessa (Saarinen & Karikallio 2025, Lehtonen & Irz 2013), mutta luo niille olennaisesti parempia edellytyksiä kuin kehitys, jossa ruokavalio ei muutu. Kotieläin pohjaisen ruoan korvaaminen kasvipohjaisella vähentää pellon ja lannoitteiden kokonaistarvetta ja siten päästöjä, ellei tuotanto kasva tai pysy ennallaan viennin määrän kasvaessa. Ruokavaliomuutos vähentää maatalouden päästöjä varmemmin kuluttajan ruokalautasen päästöjä, joka on eri asia kuin Suomen maatalouden päästöt. Ruokavaliomuutos kyllä vaikuttaa kotimaassa ja ulkomailla päästöjä vähentävästi, jos muut asiat pysyvät ennallaan, mutta ei voida taata, että yksin ruokavaliomuutos vähentäisi olennaisesti Suomen maatalouden kokonaispäästöjä.

Päästöjen vähentämiseen Suomen maataloudessa tarvitaan monia toimia: Olennaista on ruoan, myös kotieläintuotteiden tuottaminen, entistä vähemmin päästöin tuotantotapoja muuttamalla, samalla kun ruokavalioita muutetaan kasvispainotteiseen suuntaan. Kotieläintuotannon kokonaismäärä riippuu markkinoiden ja kysynnän kehityksestä myös ulkomailla. Jos tuotekohtainen päästö vähenee, maltillinen viennin määrän ja ainakin viennin arvon kasvattaminen voi olla mahdollista samalla kun Suomen maatalouden päästöt edelleen vähenevät. Tällöin kuitenkin maatalouden taakanjakosektorin

päästövähennys voi haastavasta tavoitteesta huolimatta jäädä pieneksi, koska eläinten ruoansulatuksesta aiheutuu metaanipäästöjä ja lannan käsittelystä ja rehukasvien lannoituksesta typpioksiduulipäästöjä, jotka raportoidaan taakanjakosektorilla, jota koskevat päästövähennystavoitteet.

Olennaista on nähdä, että maankäytön päästöjä voidaan vähentää täsmätoimin ruoantuotantoa haittaamatta sekä turve- että kivennäismailla. Kustannusvaikuttavuuslaskelmia on tehty etenkin turvepeltojen päästövähennyksistä (Lehtonen ym. 2024). Kuten esim. Suomen maatalouden ilmastotiekartassa 2020 ja sen päivityksessä 2024 todettiin (Luonnonvarakeskus 2020, 2024), kaikkien viljelijöiden ei ole tarkoitus tehdä kaikkia toimia, vaan tulee löytää ja ottaa käyttöön kullekin maatilalle soveltuvimmat, kustannusvaikuttavimmat ja monihyötyisimmät. Näin kaikki voivat osallistua ilmastonmuutoksen hillintään ja siihen sopeutumiseen, mikä on viljelijöille ja ruoantuotannolle keskeinen elinehto ilmaston muuttuessa. Tämä voi tarkoittaa myös laajempien kokonaisuuksien maankäytön ja vesialueiden suunnittelua, jotta tunnistetaan eri toimille sopivimmat kohteet ja kokonaisuudet.

Edellä mainittuihin muutoksiin pääseminen edellyttää seuraavien vuosikymmenien aikana maatalouspolitiikan ja -tukien asteittaista uudelleensuuntaamista, ruokateollisuuden vastuullisuusohjelmien etenemistä, sekä lisäkannustimia ja -resursseja erityisesti hiilen ja päästöjen hinnoitteluun, ja viljelijöille ja maanomistajille pääsyä vapaaehtoisille hiili- ja luontoarvomarkkinoille.

Edellä ei ole käyty läpi monien yksittäisten päästöjä vähentävien toimien mahdollisuuksia, vaan on keskitytty ilmastotehokkaaseen maatalouteen johtavan systeemisen muutoksen kannalta olennaisimpiin. Lisäksi pieniä päästövähennyksiä voi syntyä mm. nautojen rehujen lisäaineiden käytöstä, sukupuolilajitellun siemenen laajemmasta käytöstä nautakarjan keinosiemennyksissä, täsmäviljelystä ja muusta tarkennetusta typpilannoituksesta, lannan varastoinnin ja käsittelyn kehittämisestä, biokaasutuotannosta yhdistettynä ravinnekierron tehostamiseen, kasvinjalostuksesta ja uusien lajikkeiden tarkasta viljelystä, biohiilen käytöstä eri tavoin jne. Näiden päästövähennysten kokonaispotentiaali ja kustannusvaikuttavuus vaihtelevat.

8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Euroopassa maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen väheneminen on ollut hidasta huolimatta siitä, että EU:ssa ja eri Euroopan maissa on asetettu tavoitteeksi kasvihuonekaasupäästöjen merkittävä vähentäminen vuoteen 2030 ja 2040 ja hiilineutraalius vuonna 2050, jolloin päästöt ovat alentuneet nielujen suuruiseksi.

Niin Suomessa kuin EU-tasolla maatalouden päästövähennykset ovat jäljessä muiden sektoreiden päästöjen vähennystahtia. Erityisen vaatimatonta kehitys on ollut muiden kuin CO₂-päästöjen, eli metaanin ja typpioksiduulin, vähentämisessä. EU:n nykypolitiikka on riittämätöntä ajamaan sellaista systeemistä muutosta, jota vaadittaisiin merkittäviin päästövähennyksiin ja tuloksekkaaseen ilmastomuutokseen sopeutumiseen. Olemassa olevalla politiikkaohjauksella ei ole onnistuttu kääntämään Suomen eikä EU:n maatalouden päästöjä laskuun ja hiilensidontaa nousuun riittävässä määrin tavoitteisiin nähden.

Myös sopeutuminen ilmastomuutokseen on puutteellista. Merkittäviä haavoittuvuuksia ja jatkuvia sopeutumishaasteita on ilmennyt. Euroopan ilmastopaneeli (ESABCC 2026) on analysoinut laajaan tutkimusnäyttöön perustuen syitä maatalouden sopeutumisen ja päästövähennysten hitaalle etenemiselle ja esittänyt tarvittavia muutoksia kehityksen nopeuttamiseksi.

Tarvittavan systeemisen muutoksen aikaansaamiseksi ESABCC (2026) suosittelee päättäjille seuraavaa: (1) luovutaan asteittain ilmastolle haitallisista tuista; (2) otetaan käyttöön päästöjen hinnoittelu myös maataloudessa; (3) tarjotaan kohdennettua tukea muutokseen; (4) autetaan viljelijöitä väistämättömien ilmastomuutoksen vaikutusten kohtaamisessa; (5) kannustetaan terveelliseen, ilmastoystävälliseen ruokavalioon ja vähennetään ruokahävikkiä; (6) varmistetaan siirtymälle riittävä julkinen rahoitus.

Suomessa on tutkimusnäyttöä siitä, miten näiden kaikkien kuuden askeleen ottamisessa olisi mahdollista ja perusteltua edetä, ja mitä Suomelle ominaisia erityispiirteitä niihin sisältyy. Kuuden kohdan listaan on myös perusteltua lisätä tiettyjen bio-fysikaalisten ja teknologisten mahdollisuuksien, kuten esim. eläinten ruokinnan lisäaineiden, biokaasutuotannon ja sen ravinnekierroksen sekä soluviljelyn hyödyntäminen sekä huoltovarmuuden vahvistaminen. Tässä ja koko ruokajärjestelmän systeemisessä muutoksessa keskeiseksi nousee ruokavaliomuutos kohti kasvipainotteisuutta ja kotimaisen tuotannon kyky vastata siihen. Nämä määrittävät vahvasti sitä, miten suomalainen maatalous selviytyy perustehtävästään eli miten se onnistuu vastaamaan muutoskestävästi ravitsemussuosituksien mukaisten ruokavalioiden vaatimuksiin kehittämällä samalla tuottavuutta ja kilpailukykyä, johon liittyy läheisesti sopeutuminen ilmastomuutokseen ja sen hillintä. Tähän kykenevää maataloutta voidaan sanoa ilmastotehokkaaksi, koska se suoriutuu perustehtävästään pienin päästöin samalla kun se on vahva kestävässä epäedullisissa sääolosuhteissa ja vaikeutunutta tuontipanosten saatavuutta, ja pystyy tarpeen tullen muuttamaan toimintatapojaan.

Selvityksemme perusteella edistyminen seuraavissa kokonaisuuksissa veisi Suomen maataloutta vahvasti kohti ilmastotehokkuutta ja -kestävyyttä sekä parempaa kriisikestävyyttä ja huoltovarmuutta:

- 1. Ruokavaliomuutokset kohti ravitsemussuosituksia**, erityisesti eläin- ja kasviproteiinin suhteen muutos nykyisestä noin 70/30-suhteesta kohti 50/50-suhdetta. Tällainen muutos sekä kasvukunnan tuotteiden lisääminen ruokavalioiden tuottaisivat merkittäviä terveyshyötyjä ja kustannussäästöjä. Samalla ne mahdollistavaisivat huomattavia muutoksia maankäytössä, päästöissä ja muissa ympäristövaikutuksissa, jos samaan aikaan eläinperäinen tuotanto sopeutuu vastaamaan muuttuvaa kulutuskysyntää.

- 2. Kasviproteiinien ja muiden kasviperäisten tuotteiden tuotannon ja käytön lisääminen** on keskeinen osa ruokajärjestelmän kehitystä. Haasteita ovat erityisesti tuottavuus, kilpailukyky sekä sään vaihteluiden vaikutukset tuotantoon. Yhtenä ratkaisuna voi olla symbioosi päästöjään vähentävän kotieläintuotannon kanssa. Tämä on olennaista siksi, että kasviproteiinien tuotanto pelloilla, samoin kuin myös leipäviljan viljely, on sääherkkää ja usein sadon laatu ei aina vastaa elintarvikejalostuksen vaatimuksia. Lisäksi monien kasvien kannattavuus perustuu siihen, että niille on vaihtoehtoinen käyttö myös rehuna. Pelkästään kasviproteiiniviljelyyn perustuva ruokahuolto olisi jo pelkästään sääriskien vuoksi hyvin riskialtista. Siksi on syytä kehittää ruokajärjestelmän riskinsietokykyä ja kehittää symbiooseja kotieläintuotannon kanssa. Tämä ei kuitenkaan rajoita kehittyvää kasviproteiinien tuotannon kasvua tai mahdollisuuksia vientiin. Keskeistä on kilpailukykyisten kuluttajatuotteiden kehittäminen, jossa ratkaisevia tekijöitä ovat kustannuskilpailukyky, laatu, kestävyys ja kuluttajien hyväksyntä. Elintarviketeollisuudella on tässä keskeinen rooli.
- 3. Ruokateollisuuden vastuullisuusohjelmat.** Näillä on saavutettu jo viiden vuoden kuluessa merkittäviä päästövähennyksiä eräissä tapauksissa. Näissä korostuu uusiutuva energia, hiiliviljely, kotieläintuotannon päästövähennykset, jatkossa myös viljelijöiden keskinäinen yhteistyö ja laajemmat kustannustehokkaat ratkaisut. Vastuullisuusohjelmien vaikuttavuutta tulee vahvistaa tukemalla kuluttajien ja hankinnoista vastaavien elintarvikkeiden hiilijalanjälkitiedon saantia ja sen luottavuutta koko tuoteketjun osalta.
- 4. Satoisuuden ja muun tuottavuuden kehittäminen** liittyy vahvasti ilmastonmuutokseen sopeutumiseen. Viljelijät tarvitsevat ratkaisuja ja erilaista tukea ja neuvontaa satoisuuden ja satovarmuuden kehittämiseen, etenkin jos peltoalalle maksettavia tulotukia vähennetään. Ilmastonmuutos sään ääri-ilmiöineen ja kasvitautineen ja -tuholaisineen haastaa etenkin yksipuolista viljelyä. Viljelykierrat ja niissä esikasviarvojen (edellisen kasvin antaman satoisuushyödyn) hyödyntäminen yhdistyneenä pitenevään kasvukauteen sopivine kasvilajikkeineen ja niille sopivine lannoitus- ja kasvinsuojelukäytäntöineen voi johtaa myös keskisatojen nousuun, vaikka välillä tulisikin heikkoja satovuosia. Vesitalouden hallinta pelloilla tulee haastavaksi kuivuuksien ja rankkasateiden yleistyessä. Kivennäismaiden hiiliviljelytoimet lisäävät maaperän orgaanista ainesta ja antavat mahdollisuuksia maan hiilivaraston kasvattamiseen ja tasaisempaan veden ja ravinteiden saatavuuteen kasveille, mikä voi torjua satotappioita ja edistää satoisuutta ja viljelijöiden taloutta. Kivennäismaiden hiilivaraston kasvattaminen vaikuttaa vähentävästi maatalouden maankäyttösektorin päästöihin.
- 5. Soluviljelyllä** kontrolloiduissa olosuhteissa voi tutkimusten perusteella olla massiivinen potentiaali vähentää ruoantuotannon ympäristövaikutuksia. Eläinperäisten tuotteiden korvaaminen solumaataloudella voi teoriassa vapauttaa kymmeniä prosenttiyksikköjä maapallon asumiskelpoisesta pinta-alasta muuhun käyttöön. Soluviljely voi myös pienessä mittakaavassa hyödyllisellä tavalla täydentää perinteistä maataloutta, myös kotieläintuotantoa. Kasvihuone-kaasujen vähentyminen vaatii, että tuotannossa käytetään päästötöntä energiaa. Soluviljelyn ja perinteisen maatalouden symbioosit ravinnekiertoineen tuovat mahdollisuuksia.
- 6. Turvepeltojen päästövähennysoimet** ovat keskeisiä maatalouden hillintätoimissa, koska turvepellot tuottavat Suomessa yli 50 % maatalouden kaikista kasvihuonekaasupäästöistä. Nämä päästöt voivat edelleen kasvaa, jos soita raivataan jatkossakin pelloiksi tai jos yksivuotisten kasvien kuten viljan viljelyä turvepelloilla lisätään. Turvepeltojen käytön tiekartta, jossa on erilaisia polkuja toimien kohdentamiseen maatalouden tuotantosuunnittain ja maakunnittain, on jo olemassa. Jatkossa turvepeltotoimet tulee sovittaa paikallisiin olosuhteisiin ja tavoitteisiin viljelijöiden, maanomistajien ja maankäytön suunnittelijoiden kanssa, ja löytää eri tavoitteisiin soveltuva kustannusvaikuttava kohdentaminen ja toteutus. Tärkeää on myös kustannustehokas kohdentaminen eri alueille Suomessa sekä toimien ja tulosten seuranta ja raportointi (ns. MRV). Hiili- ja luontoarvomarkkinoille pääsulle tulee luoda edellytyksiä

pitkäjänteisesti. Tähän liittyy erityisesti sopivien alueiden osoittaminen vettämistoimille ja vesilain mukaisten lupaprosessien helpottaminen. Edellä esitetyt edistämistoimet ja mahdollisuudet koskevat pitkälti myös hiiliviljelyä kivennäismailla. Päästövähennyspalkkiot yhdistettyinä päästöveroihin, eli päästöjen hinnoittelu, loisivat kannustimia ja taloudellisia mahdollisuuksia.

7. Maatalouden fossiilisen energian käytön vähentäminen. Muutosta tulee vauhdittaa etenkin työkoneiden sähköistymisen ja biokaasun käytön edistämiseksi.

Erityisesti on syytä painottaa, että kasviproteiinien tuotannon ja kulutuksen lisääminen tulee nähdä ”sekä-että”-, ei ”joko-tai”-asetelmana suhteessa kotieläintuotantoon, koska molemmissa on omanlaisia haasteita liittyen sääriskeihin, kriittisten tuotantopanosten saatavuuteen ja toimintakykyyn poikkeusolosuhteissa liittyen erityisesti sähkön, polttoaineiden, hyvälaatuisen täydennysrehuvalkuaisen, siementen, lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden saantiin. Sama pätee myös soluviljelyn suhteeseen kotieläintuotannon kanssa: ravinteiden tarve, ravinnekierto (ml. solumaatalouden raaka-aineet, käytetyt aineet ja eräissä tapauksissa siihen liittyvä pieni peltoalan tarve), uusiutuvan energian saannin turvaaminen ja riippuvuus maahan tuoduista tuotantovälineistä ja teknologiasta ovat molemmissa keskeisiä kysymyksiä.

Samoin turvepeltoja koskevissa toimissa on syytä tiedostaa, että ”joko-tai”-asetelma päästövähennysten ja tuotannon välillä ei ole ainut mahdollinen, vaan ”sekä-että”-asetelma voi toimia monihyötyisellä ja maatalouden tuottavuutta edistävällä tavalla. Tästä on esimerkkinä säätösalaajitus, joka voi parantaa satoisuutta ja sadon laatua, oikea-aikaista pellolle pääsyä ja sadonkorjuuta. On myös perusteltua nähdä, että heikkosatoisten ja ennestään harvoin viljellyille turvepeltoille paras käyttö voi olla kosteikko tai muu luonnon monimuotoisuutta lisäävä käyttö, samalla kun viljelytoimet kohdennetaan tuottavammille peltolohkoille. Kuitenkin vain osa, käytännössä vähemmän kuin puolet, turvepeltoista ovat soveltuvia pohjavedenpinnan nostoon pysyviksi kosteikoiksi tai säätösalaajitukseen.

Maatalouspolitiikka ei noussut tämän selvityksen pohjalta keskeisimpien muutosajureiden joukkoon. Edes tukien lopettamisella, mihin Suomen maatalouden olisi muita Euroopan maita haastavampaa sopeutua, tuskin saataisiin aikaan tavoitteiden suuntaisia muutoksia maatalojen ja maatalouden tuotannossa ja tuotantotavoissa. Ne perustuvat pitkälti teknologisisille valinnoille ja arvoketjun toimintatavoille. Maatalouspolitiikalla on kuitenkin suuri merkitys pitemmän päälle: Jos erityisesti kotieläintuotanto vähenee kysynnän vähentyessä, tai jos kotieläintuotannon tuottavuus ja kannattavuus paranevat, tarve ja peruste tuotantosidonnaisille tuille vähenee. Samoin vähenee tarve peltoalalle viljelykasvista riippumatta maksettaville maataloustuille, jos satotasot nousevat. Tuotantosidonnaisilla tuilla on tutkitusti epäedullisia vaikutuksia ympäristöön, koska erit. tuotetun määrän perusteella maksettavat tuet kannustavat lisäämään tuotantopanoksia kuten valkuaisruokintaa ja lannoitusta, ja koska panoskäytön kasvaessa sen ympäristöä haittaava vaikutus kasvaa. Vastaavasti peltoalalle maksettavat tuet pitävät tuotannossa suurempaa peltoalaa kuin olisi tarpeellista lisäten samalla päästöjä ilmaan ja vesistöihin ja nostaan samalla pellon hintaa ja kustannuksia nuorille ja investoiville viljelijöille. Tältä osin nykyisten maataloustukien kokonaismäärän vähentäminen asteittain ja säästyvien julkisten varojen ohjaaminen edellä mainittujen kuuden kohdan (ml. viljelijöiden auttaminen kestävien tuotantotapojen soveltamisessa) edistämiseen edistäisi paitsi ilmastotavoitteita, myös muita ympäristötavoitteita sekä maa- ja elintarviketalouden kriisinkestävyttä. Tulospurusteisuus tuissa voi edetä sen lisäksi, että päästöjä aletaan hinnoittelemaan.

Ehtona kasviproteiinien ja muun monipuolistuvan kasvintuotannon (esim. hedelmäpuutuotanto, monipuolinen ja nykyistä laajempi vihannestuotanto) kehittymiselle on, että tuotanto- ja sääriskejä vähennetään täsmätoimin, ja vähennetään riippuvuutta tuotantopanoksista. Tämä vaatii suunniteltuja tuotannonalakohtaisia kehittämistoimia ja yhteistyömalleja eri tuotantosuuntien ja maatalojen kesken,

sekä esim. symbiooseja kotieläintuotannon kanssa. Kotieläintuotannossa on jo meneillään vahva kehitys kotimaisen valkuaisrehutäydennyksen, ravinnekierron ja uusiutuvan energian vahvistamiseksi mm. biokaasun keinoin. Tässä on mahdollista hyödyntää jo syntyneitä rakenteita, mittakaavaetuja ja keskittymiä niin, että lopputuloksena kielteiset ympäristöä rasittavat vaikutukset vähenevät. Esim. isoilla maatiloilla ja niiden verkostoilla on paremmat mahdollisuudet monipuoliseen viljelyyn ja viljelykiertoihin kuin pienillä. Tämän ohella on syytä kehittää toimintamalleja sille, miten pienet ja keskisuuret, mahdollisesti kaukana toisistaan sijaitsevat maatilat voivat toimia ilmastoviisaasti ja tuottavasti.

Paljon on tehtävissä jo nykyisten rakenteiden puitteissa ilmastomuutoksen hillinnän, siihen sopeutumisen ja tuottavuuskasvun (sadot, työn ja pääoman tuottavuus) ja kriisinkestävyyden edistämiseksi. On kuitenkin syytä nähdä, että pelkästään olemassa olevien rakenteiden ehdoilla toimiminen ei irrota ruokajärjestelmää kaikista haitallisista käytännöistä, vaan jopa lukitsee niihin. Tästä on esimerkkinä riippuvuus peltoalaperusteisista tuista, joiden nopea alentaminen aiheuttaisi monenlaisia, esim. maan arvoon ja vakuuksiin sekä joidenkin viljelijöiden toimeentuloon liittyviä ongelmia. Samoin riippuvuus kemiallisten kasvinsuojeluaineiden ja glyfosaatin käytöstä ei ole hetkessä purettavissa. Rakenteellisia muutoksia tulee tapahtumaan maa- ja elintarviketaloudessa tulevaisuudessa tavalla tai toisella, ja kehityksen ohjaaminen pitkäjänteisen suunnittelun keinoin on perusteltua eri tavoitteisiin pääsemiseksi, koska ruokahuolto ja sen merkitys kaikille ihmisille ja osalle aluetalouksia on suuri yhteiskunnallinen kysymys. Ruoantuotannon edellytykset muuttuvaa kysyntää vastaavasti, kilpailukyvyyn ja riittävän tuottavuuden saavuttaminen riippuvat ilmastomuutokseen sopeutumisen onnistumisesta. Ilmastomuutoksen hillintä ja siihen sopeutuminen voivat olla synergiassa keskenään ja muiden tavoitteiden kanssa.

LÄHTEET

LUKU 2

Ahvenjärvi, S., Lehtonen, H., Lång, K., Lidauer, M., Mehtiö, T., Huhtanen, P., Nousiainen, J., Hietala, S., Bloch, V., Suomi, P., Lötjönen, T., Latukka, A., Kaukovirta, A., Tolvanen, A. (2022). Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt ja niiden kustannukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 48/2022, 16 s. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-444-9>

ESABCC, European Scientific Advisory Board on Climate Change. (2026). Climate adaptation and mitigation in the agri-food system – Recommendations for coherent EU policies. Saatavissa: <https://climate-advisory-board.europa.eu/reports-and-publications/climate-adaptation-and-mitigation-in-the-agri-food-system-recommendations-for-coherent-eu-policies>.

Euroopan komissio (2023). Effort sharing 2021-2030: targets and flexibilities. (Viitattu 24.3. 2026). https://climate.ec.europa.eu/eu-action/effort-sharing-member-states-emission-targets/effort-sharing-2021-2030-targets-and-flexibilities_en

Helin, J., Hyyrynen, M., Sillasto, E., Lehtonen, H., Lång, K. & Heikkinen, J. (2025). Arvio CAP:n vaikutuksista maatalouden ilmastomuutoksen hillintään (ILMA). Väliraportti 2025. 143 s. Maa- ja metsätalousministeriö. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-599-6>

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 tutkimus 12/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 76 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-919-4>

Koljonen, T., Soimakallio, S., Silfver, T. & Kivinen, M. (toim). (2025a). Kansallisen energia- ja ilmastopolitiikan uudet toimet ja skenaariot (KEITO) – Keskipitkän aikavälin vaikutusarviot. VTT Technology 442. 245 s. DOI: 10.32040/2242-122X.2025.T442

Koljonen, T., Silfver, T., Soimakallio, S., Kivinen, M. ... & Vikfors, S. (2025b). Kansallisen energia- ja ilmastopolitiikan uudet toimet ja skenaariot (KEITO) – pitkän aikavälin ilmastosuunnitelman taustaselvitys. VTT Technology 443. 161 s. <https://publications.vtt.fi/pdf/technology/2025/T443.pdf>

Lehtonen, H., Saarinen, M., Kyttä, V. (2025). Ruokavaliomuutoksen vaikutukset ruoka- ja maataloussektoriin ja sen ilmastovaikutuksiin. Teoksessa: Saarinen, M. & Karikallio, H-M. (toim.). Synteesiraportti: Kestävä ruokavali ja ruokajärjestelmä. 144 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-106-7>

Luonnonvarakeskus (2023). Suomen maannostietokanta 2016. CSC - Tieteen tietotekniikan keskus Oy. <http://urn.fi/urn:nbn:fi:att:d0083b93-930c-426c-a231-74f0d9c0d71e>

Luonnonvarakeskus (2020). Maatalouden ilmastotiekartta – Tiekartta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen Suomen maataloudessa. 131 s. ISBN 978-952-9733-54-5. <https://www.mtk.fi/ilmastotiekartta>; <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020082161330>

Luonnonvarakeskus (2024). Maatalouden ilmastotiekartan päivitettyt skenaariot ja arviot päästövähennyksistä vuoteen 2035 ja 2050. ISBN 978-952-9733-70-5. Saatavilla: <https://www.mtk.fi/-/vahahiilisyystiekartta2024>

Luonnonvarakeskus (2025). Kasvihuonekaasuinventaario. Saatavilla: <https://www.luke.fi/fi/luonnonvaratieto/tiedetta-ja-tietoa/kasvihuonekaasuinventaario>

Maa- ja metsätalousministeriö (2022). Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma (MISU). (Viitattu 24.3. 2026) <https://mmm.fi/maankayttosektorin-ilmastosuunnitelma/maankayttosektorin-ilmastosuunnitelman-laatiminen>

Maanmittauslaitos (2025). Ortokuva. <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/aineistot-ja-rajapinnat/tuotekuvaukset/ortokuva>

Purola, T. & Lehtonen, H. (2022). Farm-Level Effects of Emissions Tax and Adjustable Drainage on Peatlands. *Environmental Management* 69: 154–168. <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01543-1>

Salminen, J., Virkkunen, H., Haahti, J., Savolainen, H., Heikkinen, M., Rinne, P., Huuki, H., Haario, P., & Valsta, L. (2026). From field parcels to global trade: Modeling the Finnish food system using an environmentally extended input–output model ENVIMATfood. Manuscript in preparation.

Siikavirta ym. (2025). Ilmastovuosikertomus 2025. Ympäristöministeriön julkaisuja 2025:20. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-686-8>

Tilastokeskus (2025). Kasvihuonekaasuinventaario. <https://stat.fi/fi/tilastot/tietoa-teemoittain/kasvihuonekaasuinventaario> (Viitattu 15.3. 2026)

Valtioneuvosto (2023). EU:n maankäyttösektorin hiilinielutavoite vuodelle 2030 kiristyy. Maa- ja metsätalousministeriön tiedote 25.4. 2023. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410837/eu-n-maankayttosektorin-hiilinielutavoite-vuodelle-2030-kiristyy>

LUKU 3

Ammann, J., Arbenz, A., Mack, G., Nemecek, T., & El Benni, N. (2023). A review on policy instruments for sustainable food consumption. *Sustainable Production and Consumption*, 36, 338–353. <https://di.org/10.1016/j.spc.2023.01.012>

Banovic, M., Barone, A. M., Asioli, D., & Grasso, S. (2022). Enabling sustainable plant-forward transition: European consumer attitudes and intention to buy hybrid products. *Food Quality and Preference*, 96, 104440. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104440>

Baptista, I., Garnett, E., & Öström, Å. (2025). How can consumer science help the foodservice industry replace meat? A critical review. *Appetite*, 207, 107861. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2025.107861>

Birgisdottir, B. E., Thorisdottir, B., Halldorsson, T., & Thorsdottir, I. (2025). Perceptions on changes towards plant-based diets for health and environmental benefits: A cross-sectional study. *BMJ Nutrition, Prevention & Health*, 8(1), e001191. <https://doi.org/10.1136/bmjnph-2025-001191>

Blomhoff, R., Andersen, R., Arnesen, E.K., Christensen, J.J., Eneroth, H., Erkkola, M., Gudaviciene, I., Halldorsson, T.I., Høyer-Lund, A., Lemming, E.W., Meltzer, H.M., Pitsi, T., Schwab, U., Siksna, I., Thorsdottir, I. & Trolle, E. (2023). *Nordic Nutrition Recommendations 2023*. Copenhagen: Nordic Council of Ministers. <http://dx.doi.org/10.6027/nord2023-003>

Borodulin, K., Tolonen, H., Jousilahti, P., Jula, A., Juolevi, A., Koskinen, S., Kuulasmaa, K., Laatikainen, T., Männistö, S., Peltonen, M., Perola, M., Puska, P., Salomaa, V., Sundvall, J., Virtanen, S. M., & Vartiainen, E. (2018). Cohort Profile: The National FINRISK Study. *International journal of epidemiology*, 47(3), 696–696i. <https://doi.org/10.1093/ije/dyx239>

Bäck, S., Päivärinta, E., Pellinen, T., Itkonen, S. T., Lehtovirta, M., Erkkola, M., Kaartinen, N. E., Männistö, S., & Pajari, A. M. (2025). Nutritional and health benefits of a partial substitution of red and processed meat with non-soy legumes: a 6-week randomized controlled trial in healthy working-age men. *European journal of nutrition*, 64(6), 259. <https://doi.org/10.1007/s00394-025-03783-x>

Cadario, R., & Chandon, P. (2020). Which Healthy Eating Nudges Work Best? A Meta-Analysis of Field Experiments. *Marketing Science*. <https://doi.org/10.1287/mksc.2018.1128>

Collier, E. S., Oberrauter, L.-M., Normann, A., Norman, C., Svensson, M., Niimi, J., & Bergman, P. (2021). Identifying barriers to decreasing meat consumption and increasing acceptance of meat substitutes among Swedish consumers. *Appetite*, 167, 105643. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105643>

- Cologna, V., Berthold, A., & Siegrist, M. (2022). Knowledge, perceived potential and trust as determinants of low- and high-impact pro-environmental behaviours. *Journal of Environmental Psychology*, 79, 101741. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101741>
- Dagevos, H., & Onwezen, M. C. (2025). Toward consumer-focused food policies: A toolbox for encouraging the protein transition. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 21(1), 2454060. <https://doi.org/10.1080/15487733.2025.2454060>
- Edenbrandt, A. K., & Lagerkvist, C.-J. (2022). Consumer perceptions and attitudes towards climate information on food. *Journal of Cleaner Production*, 370, 133441. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133441>
- Grasso, S. (2024). Opportunities and challenges of hybrid meat products: A viewpoint article. *International Journal of Food Science & Technology*, 59(11), 8693–8696. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17421>
- Grasso, S., Asioli, D., & Smith, R. (2022). Consumer co-creation of hybrid meat products: A cross-country European survey. *Food Quality and Preference*, 100, 104586. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104586>
- Hansen, P. G., Schilling, M., & Maltheisen, M. S. (2021). Nudging healthy and sustainable food choices: Three randomized controlled field experiments using a vegetarian lunch-default as a normative signal. *Journal of Public Health*, 43(2), 392–397. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdz154>
- Hartmann, C., & Siegrist, M. (2017). Consumer perception and behaviour regarding sustainable protein consumption: A systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, 61, 11–25. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.006>
- Hasan, I. (2024). Factors associated with purchasing trends of milks and plant-based drinks. An analysis of purchase patterns among Finnish loyalty cardholders. Master's Thesis, Tampere University 2024. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202406267409>
- Health Council of the Netherlands (2023). A healthy protein transition, executive summary. The Hague: Health Council of the Netherlands, publication no. 2023/19. https://www.healthcouncil.nl/site/binaries/site-content/collections/documents/2023/12/13/a-healthy-protein-transition/Advisory-report_A-healthy-protein-transition.pdf
- Health Council of the Netherlands (2025). Independent scientific advisory body for government and parliament 2025. Dutch dietary guidelines: protein sources and dietary patterns 2025. <https://www.healthcouncil.nl/documents/2025/12/04/dutch-dietary-guidelines-protein-sources-and-dietary-patterns-2025>
- Heiskanen, A., & Ryyänen, T. (2024). Optimists, moderates and sceptics – identifying consumer groups and their willingness to consume cultured proteins in Finland. *British Food Journal*, 126(13), 658–671. <https://doi.org/10.1108/BFJ-03-2024-0268>
- Hielkema, M. H., & Lund, T. B. (2021). Reducing meat consumption in meat-loving Denmark: Exploring willingness, behavior, barriers and drivers. *Food Quality and Preference*, 93, 104257. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104257>
- Huhtala, M., Kemi, V., Leinonen, S.-T., Lindi, J., Mikonsaari, P., Pulkkinen, L., Rantakari, N., Väisänen, K., Väänänen, S., & Ylinen, E. (2024). Kohti kasvipainotteisia ruokavalintoja. Työkirja ruokapalveluille. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. <http://www.theseus.fi/handle/10024/865905>
- Irz, X., Sares-Jäske, L., Tapanainen, H., Niemi, J., Paalanen, L., Saarinen, M., & Valsta, L. M. (2024b). Assessing the Cost of Nutritionally Adequate and Low-Climate Impact Diets in Finland. *Current Developments in Nutrition*, 8(5). <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.102151>
- Irz, X., Tapanainen, H., Saarinen, M., Salminen, J., Sares-Jäske, L., & Valsta, L. M. (2024a). Reducing the carbon footprint of diets across socio-demographic groups in Finland: a mathematical optimisation study. *Public health nutrition*, 27(1), e98. <https://doi.org/10.1017/S1368980024000508>

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(1), 11–19. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa264>

Jallinoja, P., Niva, M., & Latvala, T. (2016). Future of sustainable eating? Examining the potential for expanding bean eating in a meat-eating culture. *Futures, SI: Futures for Food*, 83, 4–14. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.03.006>

Jansik, C., Niemi, J., Saarni, K. & Tauriainen, J. (2025). Ruokasektorin kasvunäkymät nykyisellä toimintamallilla: Perusskenaario sektorin kasvusta vuoteen 2035. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 22/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 79 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-036-7>

Kaartinen, N. E., Tapanainen, H., Maukonen, M., Päivärinta, E., Valsta, L. M., Itkonen, S. T., Pajari, A. M., & Männistö, S. (2023a). Partial replacement of red and processed meat with legumes: a modelling study of the impact on nutrient intakes and nutrient adequacy on the population level. *Public health nutrition*, 26(2), 303–314. <https://doi.org/10.1017/S1368980022002440>

Kaartinen, N., Paalanen, L., Bäck, S., Kortetmäki, T., Lamminen, M., Maukonen, M., Männistö, S., Sares-Jäske, L., Selänniemi, M., Kaljonen, M., & Pajari A-M (2023b). Ruokavaliot ovat osa terveys- ja ympäristöhaasteiden ratkaisua – uudet ravitsemussuositukset tukevat kestävyys siirtymää. *Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Päätösten tueksi* 9/2023. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-408-141-2>

Kaartinen, N.E., Tapanainen, H., Männistö, S., Reinivuo, H., Virtanen, S.M., Jousilahti, P., Koskinen, S., & Valsta, L.M. (2021). Aikuisväestön ruoankäytön ja -ravintoaineiden saannin -muutokset vuosina 1997–2017: kansallinen FinRavinto-tutkimus. *Lääkärilehti* 5/2021 vsk 76, s. 273 – 280.

Kemper, J. A. (2020). Motivations, barriers, and strategies for meat reduction at different family lifecycle stages. *Appetite*, 150, 104644. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104644>

Kildal, C. L., & Syse, K. L. (2017). Meat and masculinity in the Norwegian Armed Forces. *Appetite*, 112, 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.12.032>

Klöckner, C. A., Engel, L., Moritz, J., Burton, R. J., Young, J. F., Kidmose, U., & Ryyänen, T. (2022). Milk, Meat, and Fish From the Petri Dish—Which Attributes Would Make Cultured Proteins (Un)attractive and for Whom? Results From a Nordic Survey. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.847931>

Knaapila, A., Michel, F., Jouppila, K., Sontag-Strohm, T., & Piironen, V. (2022). Millennials' Consumption of and Attitudes toward Meat and Plant-Based Meat Alternatives by Consumer Segment in Finland. *Foods*, 11(3), 456. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.847931><https://doi.org/10.3390/foods11030456>

Konttinen, H., Halmesvaara, O., Fogelholm, M., Saarijärvi, H., Nevalainen, J., & Erkkola, M. (2021). Sociodemographic differences in motives for food selection: Results from the LoCard cross-sectional survey. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18(1), 71. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01139-2>

Koponen, P., Borodulin K., Lundqvist, A., Sääksjärvi, K. & Koskinen, S. (toim.) (2018). *Terveys, toimintakyky ja hyvinvointi Suomessa – FinTerveys 2017-tutkimus*. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL), Raportti 4/2018. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-105-8>

Kuosmanen, S., Koponen, S., Konttinen, H., & Niva, M. (2025a). Consumers' capabilities, opportunities, and motivations to consume dairy and plant-based alternatives in a dairy-rich food culture. *Future Foods*, 12, 100686. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100686>

Kuosmanen, S., Korhonen, K., Pajari, A.-M., & Konttinen, H. (2025b). Enabled to eat more plant proteins? Capabilities, opportunities, and motivations related to increasing pulse and pulse-based product consumption across consumer groups. *Food Quality and Preference*, 126, 105388. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2024.105388>

Kuosmanen, S., Niva, M., Pajari, A.-M., Korhonen, K., Muilu, T., & Konttinen, H. (2023). Barriers associated with pulse and plant-based meat alternative consumption across sociodemographic groups: A Capability, Opportunity, Motivation, Behaviour model approach. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1186165. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1186165>

Kyttä, V., Hyvönen, T., & Saarinen, M. (2023). Land-use-driven biodiversity impacts of diets—A comparison of two assessment methods in a Finnish case study. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02201-w>

Leg4Life (2025). Palkokasvien syöminen edistää terveyttä ja kestävyttä. Leg4Life-tutkimushankkeen suosituksia 3, 2025. <https://www.leg4life.fi/wp-content/uploads/2025/08/Leg4Life-policy-brief-3-suomi-DIGI-FINAL.pdf>

Lehtonen, H., Saarinen, M., Kyttä, V. (2025). Ruokavaliomuutoksen vaikutukset ruoka- ja maataloussektoriin ja sen ilmastovaikutuksiin. Teoksessa: Saarinen, M. & Karikallio, H-M. (toim.). Synteesiraportti: Kestävä ruokavalio ja ruokajärjestelmä. 144 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-106-7>

Linder, N., Bergquist, M., Bjälkebring, P., & Jonell, M. (2025). (Un)acceptable protein shift: Consumer attitudes toward retail-led interventions promoting sustainable diets. *Food Policy*, 136, 102971. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2025.102971>

Lohmann, P. M., Pizzo, A., Bauer, J. M., Khanna, T. M., Flecke, S. L., Callaghan, M., Minx, J. C., & Reisch, L. A. (2026). A meta-analysis assessing the effectiveness of demand-side interventions for sustainable food consumption and food waste reduction. *Nature Food*, 7(1), 88–99. <https://doi.org/10.1038/s43016-025-01279-9>

Luonnonvarakeskus (2021). Maltillisella ruokavalion muutoksella jo merkittäviä terveys- ja ympäristöhyötyjä. Luke Policy brief 2021/1. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-136-3>

Luonnonvarakeskus (2015). Ravintotasetilaston kuvaus. <https://www.luke.fi/fi/statistik/naringsbalans-statistiken-har-lagt-ner/ravintotasetilaston-kuvaus>

Luonnonvarakeskus (2022). Ravintotase 2020 lopullinen ja ennako 2021. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/ravintotase-tilasto-lakkautettu/ravintotase-2020-lopullinen-ja-ennako-2021>

Maa- ja metsätalousministeriö (2025). Kansallinen ruokastrategia 2024. Onnellisen ruuan maa. Valtioneuvoston julkaisu 2025:113. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-086-8>

Macdonald, C. (2025). Reducing meat consumption with consumer insights and the nudge by proxy: The anomaly of asking, the power of protein, and illusions of insufficiency and availability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1656336>

Mazac, R., Hyyrynen, M., Kaartinen, N. E., Männistö, S., Irz, X., Hyytiäinen, K., Tuomisto, H. L., & Lombardini, C. (2024). Exploring tradeoffs among diet quality and environmental impacts in self-selected diets: a population-based study. *European journal of nutrition*, 63(5), 1663–1678. <https://doi.org/10.1007/s00394-024-03366-2>. Erratum in: *Eur J Nutr.* 2024 Aug;63(5):1679. <https://doi.org/10.1007/s00394-024-03430-x>

Meinilä, J., Mazac, R., Vepsäläinen, H., Katajajuuri, J.-M., Tuomisto, H. L., Fogelholm, M., Erkkola, M., & Nevalainen, J. (2026). Discretionary foods have notable environmental and expenditure relevance across meat and plant protein preferences. *Npj Science of Food*, 10(1), 72. <https://doi.org/10.1038/s41538-026-00721-x>

Michie, S., van Stralen, M. M., & West, R. (2011). The behaviour change wheel: A new method for characterising and designing behaviour change interventions. *Implementation Science*, 6(1), 42. <https://doi.org/10.1186/1748-5908-6-42>

- Nevalainen, E., Niva, M., & Vainio, A. (2023). A transition towards plant-based diets on its way? Consumers' substitutions of meat in their diets in Finland. *Food Quality and Preference*, 104, 104754. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104754>
- NID (2025). Finland's National Inventory Document 2025. Greenhouse gas emissions in Finland 1990 to 2023. Statistics Finland. April 2025. [Finland. 2025 National Inventory Document \(NID\) | UNFCCC](#)
- Niva, M., & Vainio, A. (2021). Towards more environmentally sustainable diets? Changes in the consumption of beef and plant- and insect-based protein products in consumer groups in Finland. *Meat Science*, 182, 108635. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108635>
- Onwezen, M. C., & Dagevos, H. (2024). A meta-review of consumer behaviour studies on meat reduction and alternative protein acceptance. *Food Quality and Preference*, 114, 105067. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.105067>
- Onwezen, M. C., Nassar, G., & Bouma, J. A. (2025). Change Meat Resistance: Systematic Literature Review on Consumer Resistance to the Alternative Protein Transition. *Annual Review of Food Science and Technology*, 16 (Volume 16, 2025), 127–146. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-111523-121744>
- Paalanen, L., Tapanainen, H., Sares-Jäske, L., Kaartinen, N. E., Saarinen, M., & Valsta, L. (2026). The association of food consumption and macronutrient intake with dietary climate impact in Finland: considerations on the role of energy intake. *Public health nutrition*, 29(1), e21. <https://doi.org/10.1017/S1368980025101730>
- Philippi Rosane, B., Tjørring, L., Ley, A., Byrne, D. V., Andersen, B. V., Bügel, S. G., & Wenerscheid, S. (2025). A Mixed-Method Assessment of Drivers and Barriers for Substituting Dairy with Plant-Based Alternatives by Danish Adults. *Foods*, 14(15), 2755. <https://doi.org/10.3390/foods14152755>
- Pohjolainen, P., Tapio, P., Vinnari, M., Jokinen, P., & Räsänen, P. (2016). Consumer consciousness on meat and the environment—Exploring differences. *Appetite*, 101, 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.02.012>
- Pohjolainen, P., Vinnari, M., Roitto, M., Ala-Harja, V., Järviö, N. & Tuomisto, H. (2023). Kasvipohjaiset ja solumaatalouden tuotteet Suomen ruokajärjestelmän murroksessa Kohti vuotta 2050. Sitran selvityksiä 232. Saatavilla osoitteessa: <https://www.sitra.fi/julkaisut/kasvipohjaiset-ja-solumaatalouden-tuotteet-suomen-ruokajarjestelman-murroksessa/>
- Päivärinta, E., Itkonen, S. T., 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(4), 943. <https://doi.org/10.3390/nu12040943>
- Ran, Y., Persson, U. M., Lindahl, T., Jonell, M., Brons, A., Macura, B., Candel, J., Abu Hatab, A., & Röö, E. (2025). Are interventions for environmentally sustainable dietary behaviours effective? A review. *Environmental Research: Food Systems*, 2(3), 032001. <https://doi.org/10.1088/2976-601X/adda4e>
- Rao, R., Liem, D. G., & Wang, Q. J. (2025). Understanding the barriers to plant-based dietary change: The role of meat-centric meal perception among adults in Australia and Denmark. *Appetite*, 215, 108240. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2025.108240>
- Reipurth, M. F. S., Hørby, L., Gregersen, C. G., Bonke, A., & Perez Cueto, F. J. A. (2019). Barriers and facilitators towards adopting a more plant-based diet in a sample of Danish consumers. *Food Quality and Preference*, 73, 288–292. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.10.012>
- Rockström, J., Thilsted, S. H., Willett, W. C., Gordon, L. J., Herrero, M., Hicks, C. C., Mason-D'Croz, D., Rao, N., Springmann, M., Wright, E. C., Agustina, R., Bajaj, S., Bunge, A. C., Carducci, B., Conti, C., Covic, N., Fanzo, J., Forouhi, N. G., Gibson, M. F., Gu, X., ... DeClerck, F. (2025). The EAT-Lancet Commission on healthy, sustainable, and just food systems. *Lancet* (London, England), 406(10512), 1625–1700. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)01201-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)01201-2)

Röös, E., de Groot, A., & Stephan, A. (2022). Meat tastes good, legumes are healthy and meat substitutes are still strange—The practice of protein consumption among Swedish consumers. *Appetite*, 174, 106002. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2022.106002>

Röös, E., Larsson, J., Sahlin, K. R., Jonell, M., Lindahl, T., André, E., Säll, S., Harring, N., & Persson, M. (2021). Policy Options for Sustainable Food Consumption – Review and Recommendations for Sweden. Saatavilla osoitteessa: <https://www.sustainableconsumption.se/wp-content/uploads/sites/34/2021/03/Policy-Options-for-Sustainable-Food-Consumption-2021-Mistra-Sustainable-Consumption-report-1.pdf>

Saarinen, M., Kaljonen, M., Niemi, J., Antikainen, R., Hakala, K., Hartikainen, H., Heikkinen, J., Joensuu, K., Lehtonen, H., Mattila, T., Nisonen, S., Ketoja, E., Knuutila, M., Regina, K., Rikkonen, P., Seppälä, J., & Varho, V. (2019). Ruokavaliomuutoksen vaikutukset ja muutosta tukevat politiikkayhdistelmät: RuokaMinimi-hankkeen loppuraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:47: 157 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-773-4>

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://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2023.904570>

Saarinen, M., Pellinen, T., Kostensalo, J., Nousiainen, J., Joensuu, K., Itkonen, S. T., & Pajari, A.-M. (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>

Salminen, J., Virkkunen, H., Hahti, J., Savolainen, H., Heikkinen, M., Rinne, P., Huuki, H., Haario, P., & Valsta, L. (2026). From field parcels to global trade: Modeling the Finnish food system using an environmentally extended input–output model ENVIMATfood. Manuscript in preparation.

Salmivaara, L., Niva, M., Silfver, M., Mäkelä, J., Haaksiala, H. (2025). Teoksessa Latvala, T. (toim.) (2025). Karhula, T., Kirveenummi, A., Mäkelä, J., Saarimaa, R., Salmivaara, L., Silfver, M., Haaksiala, H., Niva, M. Ruokatulevaisuudet: Näkymiä ja tekoja ruokajärjestelmän murroksissa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 24/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 78 s. Saatavilla osoitteessa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-040-4>

Sares-Jäske L., Paalanen, L., Kaartinen, N., Kontinen, H., Kuusipalo, H., Pajari, AM., Simojoki, M., & Männistö, S. (2023). Ilmastonmuutos ja ruokavaliion kasvipainotteisuus. Verkko-raportti. Terve Suomi - tutkimuksen tuloksia. Terveyden ja hyvinvoinninlaitos 2023. https://repo.thl.fi/sites/terveysuomi/ilmioraportit_2023/ilmastonmuutos_ja_ruokavaliion_kasvipainotteisuus.html

Sares-Jäske, L., Härkänen, T., Tapanainen, H., Saarinen, M., Salminen, J., Valsta, L., & Paalanen, L. (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>

Sares-Jäske, L., Tapanainen, H., Valsta, L., Haario, P., Männistö, S., & Vaalavuo, M. (2024). Meat consumption and obesity: A climate-friendly way to reduce health inequalities. *Public Health Challenges*, 3(1), e163. <https://doi.org/10.1002/puh2.163>

Sarlio, S. (2019). Kestävää kehitystä ja terveyttä edistävä ravitsemus- ja ruokapolitiikka. *Sosiaalilääketieteellinen Aikakauslehti*, 56(4). <https://doi.org/10.23990/sa.83340>

Schulze, M., & Janssen, M. (2024). Self-determined or non-self-determined? Exploring consumer motivation for sustainable food choices. *Sustainable Production and Consumption*, 45, 57–66. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.12.028>

Simojoki, M., Kaartinen, N. E., Maukonen, M., Paalanen, L., Sares-Jäske, L., Suikki, T., Tapanainen, H., & Männistö, S. (2026). Kasvipainotteiset ruokavaliot suomalaisessa aikuisväestössä: Tuloksia kansallisesta Terve Suomi -tutkimuksesta. *Sosiaalilääketieteellinen Aikakauslehti*, 63(1), 196–208. <https://doi.org/10.23990/sa.163134>

Simojoki, M., Männistö, S., Tapanainen, H., Maukonen, M., Valsta, L. M., Itkonen, S. T., Pajari, A. M., & Kaartinen, N. E. (2023). The impacts of partial replacement of red and processed meat with legumes or cereals on protein and amino acid intakes: a modelling study in the Finnish adult population. *Annals of medicine*, 55(2), 2281661. <https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2281661>

Simunaniemi, A.-M., Nydahl, M., & Andersson, A. (2013). Cluster analysis of fruit and vegetable-related perceptions: An alternative approach of consumer segmentation. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 26(1), 38–47. <https://doi.org/10.1111/j.1365-277X.2012.01272.x>

Sirén, H. (2020). Kasvi- ja eläinperäisen proteiinin sekä aminohappojen saanti ja lähteet suomalaisilla aikuisilla FinRavinto 2017 –tutkimuksessa. Pro gradu –tutkielma, Helsingin yliopisto 2020. <http://hdl.handle.net/10138/314009>

Skuland, S. E. (2015). Healthy Eating and Barriers Related to Social Class. The case of vegetable and fish consumption in Norway. *Appetite*, 92, 217–226. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.05.008>

Spendrup, S., & Hovmalm, H. P. (2022). Consumer attitudes and beliefs towards plant-based food in different degrees of processing – The case of Sweden. *Food Quality and Preference*, 102, 104673. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104673>

Taufik, D., Bouwman, E. P., Reinders, M. J., & Dagevos, H. (2022). A reversal of defaults: Implementing a menu-based default nudge to promote out-of-home consumer adoption of plant-based meat alternatives. *Appetite*, 175, 106049. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2022.106049>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (2025a). Finmeal (Versio 4.0.1) [Tietokoneohjelmisto].

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (2025b). Elintarvikkeiden koostumustietokanta Fineli. (Versio 21) [Tietoaineisto].

Vainio, A., Niva, M., Jallinoja, P., & Latvala, T. (2016). From beef to beans: Eating motives and the replacement of animal proteins with plant proteins among Finnish consumers. *Appetite, Special Issue: Consumer behaviour in a changing world - Selected papers from the AAEA/EAAE joint seminar in Naples, March 25-27, 2015*, 106, 92–100. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.03.002>

Valsta, L., Irz, X., Tapanainen, H., Kortetmäki, T., Salminen, J., Saarinen, M., Paalanen, L., Vaalavuo, M. (2022). Ruokavaliomuutosten vaikutukset ravitsemukseen. *Julk.: Kaljonen, M., Karttunen, K., Kortetmäki, T. (toim.). Reilu ruokamurros. Polkuja kestävään ja oikeudenmukaiseen ruokajärjestelmään. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 38/2022. S. 13-23.*

Valsta, L., Kaartinen, N., Tapanainen, H., Männistö, S. & Sääksjärvi, K. (toim.). (2018). Ravitsemus Suomessa – FinRavinto 2017 -tutkimus. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL). Raportti 12/2018, 239 s. Helsinki 2018. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-238-3>

Valsta, L., Suomi, J., Tapanainen, H., Paalanen, L., Salminen, J., Uusitalo, L., Saarinen, M., Niemi, J. & Kaljonen, M. (2025). Nutritional adequacy and contaminant exposure of diets in climate smart dietary transition. *Tutkimuksesta tiiviisti 34/2025. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos.* <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-408-580-9>

Valtion ravitsemusneuvottelukunta ja Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (2024). Kestävää terveyttä ruoasta – kansalliset ravitsemussuositukset 2024. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-408-405-5>

Valtion ravitsemusneuvottelukunta ja Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (2026). Työaikainen ruokailusuositus 2026. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-408-632-5>

Valtioneuvoston kanslia (2019). Hallittu ruokavaliomuutos voisi tuoda ilmastohyötyjä, parantaa ravitsemusta ja säilyttää maatalouden Suomessa. Policy Brief 12/2019. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan artikkelisarja 12/2019. <https://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=31402>

Valtioneuvoston kanslia (2023). Ohjaukskeinoja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljen pienentämiseen. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2023:47. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-424-8>

Vatn, A., Aasen, M., Thøgersen, J., Dunlap, R. E., Fisher, D. R., Hellevik, O., & Stern, P. (2022). What role do climate considerations play in consumption of red meat in Norway? *Global Environmental Change*, 73, 102490. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102490>

Vonderschmidt, A., Jaacks, L. M., Alexander, P., Green, R., Bellows, A. L., & Stewart, C. (2024). Smaller meat portions contribute the most to reducing meat consumption in the United Kingdom. *Nature Food*, 5(12), 982–987. <https://doi.org/10.1038/s43016-024-01070-2>

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., Afshin, A., ... Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet* (London, England), 393(10170), 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)

Wood, A., Line, J., Gordon, L.J., Rööös, E., Karlsson, J.O., Häyhä, T., Bignet, V., Rydenstam, T., Hård af Segerstad, L., & Bruckner, M. (2019). Erratum: Nordic food systems for improved health and sustainability - baseline assessment to inform transformation. 14 June 2019. Saatavilla: https://www.stockholmresilience.org/download/18.8620dc61698d96b1901719c/1561013818461/Erratum_Nordic%20report_14-6-19.pdf

LUKU 4

OKBeck, F., Noll, P., Schweiggert-Weisz, U., & Henkel, M. (2025). Scientific and technological challenges of recombinant egg protein production. *BMC Biotechnology*, 25(1), 65. <https://doi.org/10.1186/s12896-025-01002-3>

Bry-Chevalier, T. (2026). Comparing meat alternatives for a sustainable food system. *Npj Science of Food*. <https://doi.org/10.1038/s41538-025-00694-3>

de Moura Campos, S., dos Santos Costa, G., Karp, S. G., Thomaz-Soccol, V., & Soccol, C. R. (2025). Innovations and challenges in collagen and gelatin production through precision fermentation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 41(2), 63. <https://doi.org/10.1007/s11274-025-04276-z>

El Wali, M., Rahimpour Golroudbary, S., Kraslawski, A., & Tuomisto, H. L. (2024). Transition to cellular agriculture reduces agriculture land use and greenhouse gas emissions but increases demand for critical materials.

Goodwin, C. M., Jabeen, M., Rao, B. M., & Shirwaiker, R. A. (2026). Cell culture media for cultivated meat: Review and perspectives on first principles design to drive cost-effective scale-up. *Future Foods*, 13, 100908. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2026.100908>

Gu, H., Kong, Y., Huang, D., Wang, Y., Raghavan, V., & Wang, J. (2025). Scaling Cultured Meat: Challenges and Solutions for Affordable Mass Production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24(4), e70221. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70221>

Huling, R. (2026). GFI APAC's 2025 Report Card + 6 Things to Watch in 2026. The Good Food Institute. 14.1.2026. <https://gfi-apac.org/gfi-apacs-2025-report-card-6-things-to-watch-in-2026/>

Kley, D. van der. (2026). China's national mission to reimagine the bioreactor [Substack newsletter]. *Bio Brawl*. 12.1.2026. <https://dirkvanderkley.substack.com/p/chinas-national-mission-to-reimagine>

Koljonen, T., Silfver, T., & Soimakallio, S. (2025). Kansallisen energia- ja ilmastopolitiikan uudet toimet ja skenaariot (KEITO). VTT Technical Research Centre of Finland. <https://doi.org/10.32040/2242-122X.2025.T443>

- Kumar, V., Kaushik, D., & Kumar, M. (2026). Synergizing microbial and artificial intelligence technologies in food Systems: Innovations, safety, and sustainable pathways. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 231, 116769. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2026.116769>
- Li, X., Ye, C., Liu, T., Li, S., Zhang, M., Zhao, Y., Jin, Y., Cheng, J., Yang, G., & Li, P. (2026). Engineering genetic elements for microbial protein expression systems: Advances, challenges, applications, and prospects. *Synthetic and Systems Biotechnology*, 11, 370–384. <https://doi.org/10.1016/j.synbio.2025.10.008>
- Manzoki, M. C., Negreiros Piazenski, I., Mânica Candelário, J. P., Soccol, V. T., de Melo Pereira, G. V., Grace Karp, S., de Souza Vandenberghe, L. P., & Soccol, C. R. (2025). Advances in Bovine Cultivated Meat and Precision Fermentation-Derived Milk Proteins: Technological, Regulatory, and Sensory Perspectives. *Food Reviews International*, 1–34. <https://doi.org/10.1080/87559129.2025.2596204>
- Mazac, R., Meinilä, J., Korkalo, L., Järviö, N., Jalava, M., & Tuomisto, H. L. (2022). Incorporation of novel foods in European diets can reduce global warming potential, water use and land use by over 80%. *Nature Food*, 3(4), 286–293. <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00489-9>
- Mridul, A. (2025a). Bühler Teams Up with Pow.Bio to Advance AI-Powered Precision Fermentation. *Green Queen*. 11.12.2025. <https://www.greenqueen.com.hk/buhler-pow-bio-precision-fermentation-ai-biomanufacturing/>
- Mridul, A. (2025b). Joes Future Food Builds China's Largest Lab-Grown Meat Facility. *Green Queen*. 16.12.2025. <https://www.greenqueen.com.hk/joes-future-food-lab-grown-meat-china-cultivated-pork-facility/>
- Mridul, A. (2026a). Shanghai Unveils Food Tech Plan to Drive Sustainable Protein Innovation. *Green Queen*. 2.1.2026. <https://www.greenqueen.com.hk/shanghai-novel-food-tech-plan-lab-grown-meat-sustainable-protein/>
- Mridul, A. (2026b). Cultivated Meat Outlook: 10 Leading CEOs Lay Out Their Plans for 2026. *Green Queen*. 19.2.2026. <https://www.greenqueen.com.hk/lab-grown-cultivated-meat-outlook-funding-companies-challenges/>
- Mridul, A. (2026c). Healthier Comforts, The Every Co Roll Out Animal-Free Egg White Protein Powder. *Green Queen*. 26.2.2026. <https://www.greenqueen.com.hk/the-every-company-healthier-comforts-animal-free-egg-white-protein-powder/>
- Onego Bio's Revolutionary Animal-Free Egg Protein: A Game-Changer in Food Innovation. (2025). *forumNordic*. 12.3.2025. <https://forumnordic.com/business/onego-bios-revolutionary-animal-free-egg-protein-a-game-changer-in-food-innovation/>
- Orsini, F., Pierini, L., Ardoino, I., & Franchi, C. (2026). Environmental Impact of Cultured Meat: A Systematic Review. *ACS Food Science & Technology*. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.5c00908>
- Pinheiro, D. F. A., da Silva, B. P., Farias, B. S. de, Jaeschke, D. P., Gonçalves, J. O., Brandão, P. M., Pinto, L. A. de A., & Christ-Ribeiro, A. (2026). Plant sources and fermentation in cellular agriculture and alternative Proteins: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 167, 105455. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.105455>
- Pohjolainen, P., Vinnari, M., Roitto, M., Ala-Harja, V., Järviö, N., & Tuomisto, H. (2023). Kasvipohjaiset ja solumaatalouden tuotteet Suomen ruokajärjestelmän murroksessa—Kohti vuotta 2050 (No. 232; Sitran selvityksiä). <https://www.sitra.fi/julkaisut/kasvipohjaiset-ja-solumaatalouden-tuotteet-suomen-ruokajarjestelman-murroksessa/>
- Purba, R. A. P., & Sangsawad, P. (2025). Biotechnology Approaches to Dairy Alternatives Through Precision Fermentation and Cellular Agriculture. *Food Science of Animal Resources*, 45(5), 1221–1250. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2025.e33>

Rana, R. L., Bux, C., & Tommaso, V. (2026). The sustainability nexus of cultured meat: Integrating environmental, social, and technological-economic insights. *Food Research International*, 227, 118245. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.118245>

Report, P. (2025). The Case for Cultured Meat Has Changed. 22.4.2025. <https://www.proteinreport.org/articles/the-case-for-cultured-meat-has-changed>

Ritchie, H., & Roser, M. (2019). Half of the world's habitable land is used for agriculture. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/global-land-for-agriculture>

Roxburgh, N., Burton, R. J. F., Mittenzwei, K., & Polhill, J. G. (2025). Modelling the effect of a carbon tax on the development of a cultivated protein industry: A Norwegian case study. *Cleaner Engineering and Technology*, 26, 100979. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2025.100979>

Su, L., Huang, D., & Jing, L. (2026). Harnessing the diversity of plant proteins for cultivated meat production: Functional insights and emerging applications. *Trends in Food Science & Technology*, 170, 105586. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2026.105586>

The Good Food Institute APAC. (2025). Global patent data reveals China's years-long commitment to scaling up cultivated meat | LinkedIn. 17.7.2025. <https://www.linkedin.com/pulse/global-patent-data-reveals-chinas-years-long-commitment-scaling-oufbc/?trackingId=bAw0PctNTlicp%2FoA5vt0ug%3D%3D>

Watson, E. (2025a). The death of cultivated meat has been greatly exaggerated, says report as Vow predicts it will soon be 'unit margin positive'. *AgFunderNews*. 10.4.2025. <https://agfundernews.com/humbird-was-spectacularly-wrong-on-cultivated-meat-economics-says-report-as-vow-predicts-it-will-soon-be-unit-margin-positive>

Watson, E. (2025b). Meatly CEO on cultivated petfood: 'We want to prove this can be mass market'. *AgFunderNews*. 8.8.2025. <https://agfundernews.com/meatly-ceo-on-cultivated-petfood-we-want-to-prove-this-can-be-mass-market>

Watson, E. (2025c). 'New Milk' signals new phase for recombinant dairy, says Remilk: "It doesn't look like another alternative product". *AgFunderNews*. 10.11.2025. <https://agfundernews.com/new-milk-signals-new-phase-for-recombinant-dairy-says-remilk-it-doesnt-look-like-another-alternative-product>

Watson, E. (2025d). What went wrong at Believer Meats? Sources point to risk, scale, and timing. *AgFunderNews*. 17.12.2025. <https://agfundernews.com/what-went-wrong-at-believer-meats-sources-point-to-risk-scale-and-timing>

Watson, E. (2025e). More grim news in cultivated meat sector as Meatable folds: 'We are now entering the second phase of this industry'. *AgFunderNews*. 19.12.2025. <https://agfundernews.com/more-grim-news-in-cultivated-meat-sector-as-meatable-folds-we-are-now-entering-the-second-phase-of-this-industry>

Watson, E. (2026a). Cell ag 'picks & shovels' pioneer IntegriCulture turns a profit, but cautions that 'As long as cell ag remains so capital-intensive, it will be difficult to take off'. *AgFunderNews*. 9.2.2026. <https://agfundernews.com/cell-ag-picks-shovels-pioneer-integriculture-turns-a-profit-but-cautions-that-as-long-as-cell-ag-remains-so-capital-intensive-it-will-be-difficult-to-take-off>

Watson, E. (2026b). Döhler brings Superbrewed's postbiotic protein into commercial production. *AgFunderNews*. 25.2.2026. <https://agfundernews.com/dohler-brings-superbreweds-postbiotic-protein-into-commercial-production>

Watson, E. (2026c). ZhongGu Junchuang expands reach with new mycelium R&D and production hub in Western China. *AgFunderNews*. 25.2.2026. <https://agfundernews.com/zhonggu-junchuang-expands-reach-with-new-mycelium-rd-and-production-hub-in-western-china>

Watson, E. (2026d). Latam sugar giant Magdalena plans 650,000-L precision fermentation facility in Guatemala. *AgFunderNews*. 26.2.2026. <https://agfundernews.com/latam-sugar-giant-magdalena-plans-650000-l-precision-fermentation-facility-in-guatemala>

Watson, E. (2026e). California Cultured bets on \$3k reusable plastic bioreactors to transform economics of cultured cocoa. AgFunderNews. 9.3.2026. <https://agfundernews.com/california-cultured-bets-on-3k-reusable-plastic-bioreactors-to-transform-economics-of-cultured-cocoa>

Watson, E. (2026f). Unibio plans 'world's largest single-cell protein plant' in Saudi Arabia as food security moves up agenda. AgFunderNews. 16.3.2026. <https://agfundernews.com/unibio-plans-worlds-largest-single-cell-protein-plant-in-saudi-arabia-as-food-security-moves-up-agenda>

Weekly, F. (2025). Q&A: Remilk's Co-Founder & CTO Ori Cohavi on Launching New Milk With Gad Dairies — and What This Means for the Future of Dairy. FoodTech Weekly. Julkaistu 19.11.2025. Noudettu 5. maaliskuuta 2026, osoitteesta <https://www.foodtechweekly.com/p/q-a-remilk-s-co-founder-cto-ori-cohavi-on-launching-new-milk-with-gad-dairies-and-what-this-means-fo>

Xie, Y., Ding, S., Wang, J., Li, X., Guo, R., Tang, C., Wang, C., Zhou, G., & Li, C. (2026). Technological Advances and the Challenges for Large-Scale Cultured Meat Production. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-053124-085815>

Yang, Z., Li, L., Chen, Y., Zhu, L., Zhu, Z., & Jiang, L. (2025). Trends in Customizable Single-Cell Protein Production Enabled by Synthetic Biology: Carbon-Negative Biomanufacturing and Engineered Functionalities. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 73(52), 32957–32969. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5c08537>

LUKU 5

Luvun 5 lähdeluettelon verkkosivuilla vierailtu maaliskuusta huhtikuussa 2026.

Anora 2026. Vastuullisuuskatsaus (2025) 26s. <https://storage.mfn.se/a/anora-group/ad37dbd0-4521-4c93-b700-eb4582b8d542/anora-vastuullisuuskatsaus-2025.pdf>

Apetit (2026). Vuosikertomus 2025, 62s. https://apetit.fi/app/uploads/Vuosikertomus_2025.pdf

Arla (2023a). Our climate ambition. Roadmap towards 2030 and 2050. 29 p. <https://www.arla.com/49b894/globalassets/arla-global/sustainability/climate-ambition/arla-climate-ambitions-2030-and-2050-2023.pdf>

Arla (2023b.) Kannustamme maitotiloja kestävä kehityksen toimenpiteisiin palkitsemalla niistä. Verkkoartikkeli. 7.3.2023. <https://www.arla.fi/artikkelit/kannustamme-maitotiloja-kestavan-kehityksen-toimenpiteisiin-palkitsemalla-niista/>

Arla (2024). Maatilojen päästöt ovat pienentyneet kymmenen miljoonaa kiloa. Lehdistötiedote, 25.11.2024. <https://www.arla.fi/artikkelit/maitotilojemme-paastot-ovat-pienentyneet-kymmenen-miljoonaa-kiloa/>

Atria (2026a). Toimintakertomus, kestävyysraportti ja tilinpäätös 2025, 168 s. https://www.atria.com/globalassets/atria.com/sijoittajat/atrian-vuosi-2025/fi/atria-toimintakertomus_kestavyysraportti-ja-tilinpaatos-2025.pdf

Atria (2026b). Päästöt alas – näin Atria ja sopimustuottajat leikkasivat tuotannon hiilijalanjälkeä 8 %, Lehdistötiedote 24.3.2026, <https://www.atria.com/uutishuone/2026/paastot-alas--nain-atria-ja-sopimustuottajat-leikkasivat-tuotannon-hiilijalanjalkea-8->

Elkington, J. (1998). Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business, New Society Publishers, 407 s.

Fazer (2026). Vuosikertomus 2025, 168s. <https://www.fazer.com/globalassets/fazer-group/pdfs/fazer-vuosikertomus-2025.pdf>

Forsman-Hugg, S., Kinnunen, P. & Yli-Liipola, M. (2024). Kuluttajien näkemyksiä ruuan hinnan nousun vaikutuksista kulutukseen ja ostokäyttäytymiseen. PTT raportteja 288, Helsinki. 35 s. <https://www.ptt.fi/wp-content/uploads/2024/04/PTTRaportteja288.pdf>

- Forsman-Hugg, S., Kinnunen, P., Yli-Liipola, M. & Piikki, V. (2025). Ruuan hinta ratkaisee - kuluttajien näkökulmia ruuan kulutukseen ja ruokamarkkinoihin. PTT raportteja 305, Helsinki. 39s. https://www.ptt.fi/wp-content/uploads/2025/11/PTT-Kuluttajakysely-2025_raportti_valmis.pdf
- Heikkinen, J., Keskinen, R., Kostensalo, J., Nuutinen, V., (2022). Climate change induces carbon loss of arable mineral soils in boreal conditions. *Glob. Change Biol.* 28, 3960–3973. <https://doi.org/10.1111/gcb.16164>
- HKFoods (2026). Vuosikatsaus 2025, 261 s. <https://www.hkfoods.com/fi/sijoittajat/vuosikatsaus-2025/>
- 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 arvonnällän kasvattamiseen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 83 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-873-7>
- 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. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-948-2>
- Jansik, C., Niemi, J., Saarni, K. & Tauriainen, J. (2025). Ruokasektorin kasvunäkymät nykyisellä toimintamallilla: Perusskenaario sektorin kasvusta vuoteen 2035. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 22/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 79 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-036-7>
- Juustoportti (2026). Juustoportin -verkkosivu: Vastuullisuus: Ympäristö. <https://www.juustoportti.fi/vastuullisuus/ymparisto/>
- Lilja, H, Uusitalo, R, Yli-Halla, M J, Nevalainen, R, Väänänen, T, Tamminen, P & Tuhtar, J. (2017) Suomen maannostietokanta: Käyttöopas versio 1.1. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus, Nro 6, Vuosikerta. 2017, Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-357-4>
- Lintunen, J., Kohl, J., Buchert, J., Asikainen, A., Jyske, T., Maunuksela, J. & Lehto, J. (2023). Suomi elää metsästä myös 2035 – Keskustelunavaus metsäsektorin arvonnällän kaksinkertaistamiseen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 14/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 21 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-620-7>
- Poore, J. & Nemecek, T. (2018) Data koottuna Our World in Data -palvelun kautta: Greenhouse gas emissions per kilogram of food product. Saatavilla: <https://ourworldindata.org/grapher/ghg-per-kg-poore> . [ourworldindata.org]
- Raisio (2026). Vuosikatsaus 2025. 184 s. <https://www.raisio.com/vastuullisuus/vastuullisuusraportti/>
- SBTi (2026a). Science Based Target initiative -verkkosivu. <https://sciencebasedtargets.org/>
- SBTi 2026b. Corporate climate action momentum builds as SBTi reaches 10,000 companies with validated targets. Verkkouutinen. 22.1.2026. <https://sciencebasedtargets.org/news/sbti-celebrates-10000-company-validations>
- Snellman (2026). Sustainability report 2025, Snellman group. 27. s. <https://www.snellmangroup.fi/app/uploads/Snellman-Group-Sustainability-Report-2025.pdf>
- Tiihonen, J. (2025). Maanviljelijät rakensivat oman biokaasu-laitoksen Ranualle. Verkkouutinen, Yle, 6.11.2025. <https://yle.fi/a/74-20191397>
- Tilastokeskus (2025). Greenhouse gas emissions in Finland 1990 to 2023. National Inventory Document under the UNFCCC and Paris Agreement. 15.4.2025. 558 s. https://stat.fi/media/uploads/tup/khkinv/fi_nid_un_2023_2025-04-15.pdf
- Vaasan (2026a). Vaasan -verkkosivu: Ympäristö. <https://www.vaasan.fi/tietoa-meista/vastuullisuus/ymparisto/>
- Vaasan (2026b). Vaasanin ilmastotavoitteiden toimeenpanosuunnitelma 2030, 1 s. <https://www.vaasan.fi/globalassets/vaasanin-ilmastotavoitteiden-toimeenpanosuunnitelma-2030.pdf>
- Valio (2025a). Valion 2024 vastuullisuusraportti, 82 s. <https://cdn-wp.valio.fi/valio-fi/2025/04/Valio-Vastuullisuusraportti-2024.pdf>

Valio (2025b). Valion vastuullisuuskatsaus 2024, 19 s. <https://cdn-wp.valio.fi/valio-fi/2025/04/Valio-Vastuullisuuskatsaus-2024-kevyt-versio.pdf>

Vilppula, K. & Vilja-alan yhteistyöryhmä (2026). Viljaketjun vastuullisuusselvitys. Huoltovarmuuskeskus, 17 s. <https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/files/7168e4d8ed0ca475e91149cf7b6a7457e683a220/viljaketjun-vastuullisuusselvitys.pdf>

Valtioneuvoston kanslia (2022). Suomen biotalousstrategia – Kestävästi kohti korkeampaa arvonlisää. Valtioneuvoston julkaisuja 2022: 3, 52 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-547-4>

Valtioneuvoston kanslia (2025). Kansallinen ruokastrategia 2040 – Onnellisen ruuan maa. Valtioneuvoston julkaisuja 2025:113, 35 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-086-8>

WRI & WBCSD (2004). The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard (Revised Edition). World Resources Institute (WRI) & World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), Washington DC ja Geneve. Raportti saatavissa: <https://www.wri.org/research/greenhouse-gas-protocol-0>

Österberg, M., Karjalainen, M., Lintunen, J., Tammelin, T., Asikainen, A., Vakkilainen, E., Toivonen, R., Virta, P. Henn, A., Nuutinen, E.-M., Kohl, J., Hassinen, J. (2024). Lankusta lääkkeisiin - Tuoteportfolion arvonnoususta uutta arvonlisää metsäsektorille. Metsäbiotalouden tiedepaneelin raportti 1/2024. Metsäbiotalouden tiedepaneeli. Helsinki. 36 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-65456-0-8>

LUKU 6

Abramoff, R.Z., Georgiou, K., Guenet, B., Torn, M.S., Huang, Y., Zhang, H., Feng, W., Jagadamma, S., Kaiser, K., Kothawala, D., Mayes, M.A., Ciais, P., (2021). How much carbon can be added to soil by sorption? Biogeochemistry 152, 127–142. <https://doi.org/10.1007/s10533-021-00759-x>

AHDB, 2025. Wheat Growth Guide.

Autto, H. (2022). Ojitukseen liittyviä oikeustapauksia, Opas. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus.

Chenu, C., Angers, D.A., Barré, P., Derrien, D., Arrouays, D., Balesdent, J., (2019). Increasing organic stocks in agricultural soils: Knowledge gaps and potential innovations. Soil Tillage Res., Soil Carbon and Climate Change: the 4 per Mille Initiative 188, 41–52. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.04.011>

Erviö, R. (1995). Decline in soil organic matter in plough layer during three decades. Maatal. Tutkimuskeskus Tied., Maatalouden tutkimuskeskus tiedote 11.

Georgiou, K., Angers, D., Champiny, R.E., Cotrufo, M.F., Craig, M.E., Doetterl, S., Grandy, A.S., Lavallee, J.M., Lin, Y., Lugato, E., Poeplau, C., Rocci, K.S., Schweizer, S.A., Six, J., Wieder, W.R. (2025). Soil Carbon Saturation: What Do We Really Know? Glob. Change Biol. 31, e70197. <https://doi.org/10.1111/gcb.70197>

Hassink, J. (1997). The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt particles. Plant Soil 191, 77–87. <https://doi.org/10.1023/A:1004213929699>

Heikkinen, J., Keskinen, R., Kostensalo, J., Nuutinen, V. (2022). Climate change induces carbon loss of arable mineral soils in boreal conditions. Glob. Change Biol. 28, 3960–3973. <https://doi.org/10.1111/gcb.16164>

Heikkinen, J., Ketoja, E., Nuutinen, V., Regina, K. (2013). Declining trend of carbon in Finnish cropland soils in 1974–2009. Glob. Change Biol. 19, 1456–1469. <https://doi.org/10.1111/gcb.12137>

Kekkonen, H., Ojanen, H., Haakana, M., Latukka, A. & Regina, K. (2019): Mapping of cultivated organic soils for targeting greenhouse gas mitigation, Carbon Management, DOI: 10.1080/17583004.2018.1557990

Kätterer, T., Bolinder, M.A., Andrén, O., Kirchmann, H., Menichetti, L. (2011). Roots contribute more to refractory soil organic matter than above-ground crop residues, as revealed by a long-term field experiment. Agric. Ecosyst. Environ. 141, 184–192. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.02.029>

Lehtonen, H., Ojanen, H., Kekkonen, H., Niskanen, O., Savikko, R., Wejberg, H., Knuutila, M., Stenberg, L., Niemi, J., Salmivaara, A., Laurila, M. (2024). Turvepeltojen käytön tiekartta vuoteen 2050. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 89/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 154 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-980-2>

Luonnonvarakeskus (2020). Maatalouden ilmastotiekartta – Tiekartta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen Suomen maataloudessa. 131 s. ISBN 978-952-9733-54-5. <https://www.mtk.fi/ilmastotiekartta>; <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020082161330>

Luonnonvarakeskus (2024). Maatalouden ilmastotiekartan päivitetty skenaariot ja arviot päästövähennyksistä vuoteen 2035 ja 2050. ISBN 978-952-9733-70-5. Saatavilla: <https://www.mtk.fi/vahahiilisyystiekartta2024>

Luonnonvarakeskus (2025). Satotilasto. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/satotilasto>

Maanmittauslaitos. (2025). Maannostietokanta. Ortokuva. 1:250 000. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:bib:me:W00043602600>

Mattila, T.J., Häkkinen, L. (2025). Exploring the effects of soil structure, nutrients, and farm management on crop root biomass and depth distribution. *Field Crops Res.* 327, 109909.

Mattila, T.J., Liski, J. (2024). Restoring lost soil carbon, reply to Soenne ym. *J. Environ. Manage.* 365, 121507.

Mattila, T.J., Vihanto, N. (2024). Agricultural limitations to soil carbon sequestration: Plant growth, microbial activity, and carbon stabilization. *Agric. Ecosyst. Environ.* 367, 108986. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.108986>

Myllys, M., Heikkinen, J., Tähtikarhu, M., Wejberg, H., Lehtonen, H. & Mäkelä, M. (2025). Turvemaiden viljelyn ympäristövaikutukset - mahdollisuudet päästöjen hillintään pellon vesienhallinnalla. *Vesitalous* 1/2025, s. 16-19. ISSN 0505-3838, 2737-2731.

Nevalainen, O., Niemitalo, O., Fer, I., Juntunen, A., Mattila, T., Koskela, O., Kukkamäki, J., Höckerstedt, L., Mäkelä, L., Jarva, P., Heimsch, L., Vekuri, H., Kulmala, L., Stam, Å., Kuusela, O., Gerin, S., Viskari, T., Vira, J., Hyväluoma, J., Tuovinen, J.-P., Lohila, A., Laurila, T., Heinonsalo, J., Aalto, T., Kunttu, I., Liski, J. (2022). Towards agricultural soil carbon monitoring, reporting, and verification through the Field Observatory Network (FiON). *Geosci. Instrum. Methods Data Syst.* 11, 93–109. <https://doi.org/10.5194/gi-11-93-2022>

Niskanen, O., Forsman-Hugg, S., Kinnunen, P., Kujala, P., Latukka, A. & Lehtonen, H. (2025). Arviointi Suomen CAP-suunnitelman vaikutuksista maatalouden kannattavuuteen ja kilpailukykyyn : Väiliraportti. Maa- ja metsätalousministeriö 2025. 86 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-587-3>

Poepplau, C., Liang, Z., Don, A., Seitz, D., De Notaris, C., Angers, D., Barré, P., Beillouin, D., Cardinael, R., Ceschia, E., Chenu, C., Constantin, J., Demenois, J., Mary, B., Pellerin, S., Plaza-Bonilla, D., Quemada, M., Justes, E. (2024). Cover crops do increase soil organic carbon stocks—A critical comment on Chaplot and Smith (2023). *Glob. Change Biol.* 30, e17128. <https://doi.org/10.1111/gcb.17128>

Räsänen, T.A., Myllys, M., Kekkonen, H., Salo, T., Pitkänen, T., Laatikainen, M., Laine-Petäjäkangas, A., Väänänen, T., Palmu, J.-P., Kivimäki, A., Oksanen, J. (2023). Turvepelto-lohkojen määrittely ja tunnistaminen. Maatalousmaidon turvetieto (MaaTu) -hankkeen raportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 58/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 40 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-720-4>

Smith, P., Soussana, J.-F., Angers, D., Schipper, L., Chenu, C., Rasse, D.P., Batjes, N.H., Egmond, F. van, McNeill, S., Kuhnert, M., Arias-Navarro, C., Olesen, J.E., Chirinda, N., Fornara, D., Wollenberg, E., Álvaro-Fuentes, J., Sanz-Cobena, A., Klumpp, K. (2020). How to measure, report and verify soil carbon change to realize the potential of soil carbon sequestration for atmospheric greenhouse gas removal. *Glob. Change Biol.* 26, 219–241. <https://doi.org/10.1111/gcb.14815>

Soinne, H., Hyyrynen, M., Jokubė, M., Keskinen, R., Hyvėluoma, J., Pihlainen, S., Hyytiäinen, K., Miettinen, A., Rasa, K., Lemola, R., Virtanen, E., Heinonsalo, J., Heikkinen, J. (2024). High organic carbon content constricts the potential for stable organic carbon accrual in mineral agricultural soils in Finland. *J. Environ. Manage.* 352, 119945. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119945>

Valtioneuvosto (2024). Valuma-alue suunnittelun tiekartta vuoteen 2030. Valtioneuvoston julkaisuja 2024:6. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-727-0>

LUKU 7

Ahvenjärvi, S., Lehtonen, H., Lång, K., Lidauer, M., Mehtiö, T., Huhtanen, P., Nousiainen, J., Hietala, S., Bloch, V., Suomi, P., Lötjönen, T., Latukka, A., Kaukovirta, A., Tolvanen, A. (2022). Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt ja niiden kustannukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 48/2022, 16 s. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-444-9>

Hakala, K. (2020). Climate change and its effects on agricultural production in Finland – research efforts during the past 50 years. *Agricultural and Food Science*, 29(2), pp. 98–109. <https://doi.org/10.23986/afsci.82788>

Huoltovarmuuskeskus (2024) Ilmastonmuutoksen ketjuuntuvia ja siirtymävaikutuksia huoltovarmuudelle: Kirjallisuuteen perustuva tilannekuva. ISBN: 978-952-7470-36-7

Huuskonen A. (toim.) (2023). Suomen kotieläintuotannon tulevaisuuskuvat ja yhteiskunnalliset vaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-614-6>

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. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-300-8>

Koljonen, T. ym. (2025). Kansallisen energia- ja ilmastopolitiikan uudet toimet ja skenaariot (KEITO) – Keskipitkän aikavälin vaikutusarviot. VTT Technology 442. 245 s. DOI: 10.32040/2242-122X.2025.T442

Lehtonen, H., Ojanen, H., Kekkonen, H., Niskanen, O., Savikko, R., Wejberg, H., Knuuttila, M., Stenberg, L., Niemi, J., Salmivaara, A., Laurila, M. (2024). Turvepeltojen käytön tiekartta vuoteen 2050. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 89/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 154 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-980-2>

Lehtonen, H. & Irz, X. (2013). Impacts of reducing red meat consumption on agricultural production in Finland. *Agricultural and Food Science* 22:356-370. <http://ojs.tsv.fi/index.php/AFS/article/view/8007/6412>

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 pages. <http://lib.tkk.fi/Diss/2001/isbn9512256894/> <http://lib.tkk.fi/Diss/2001/isbn9512256894/>

Lehtonen, H. (toim.) (2007). EU:n maitokiintiöjärjestelmän poistumisen vaikutukset Suomen maitosektorille. MTT:n selvityksiä 144: 89 s. <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts144.pdf>

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. & 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, p. 425–439. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01244-6>

Luonnonvarakeskus (2020). Maatalouden ilmastotiekartta – Tiekartta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen Suomen maataloudessa. 131 s. ISBN 978-952-9733-54-5.
<https://www.mtk.fi/ilmastotiekartta>; <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020082161330>

Luonnonvarakeskus (2024). Maatalouden ilmastotiekartan päivitetty skenaariot ja arviot päästövähennyksistä vuoteen 2035 ja 2050. ISBN 978-952-9733-70-5. Saatavilla: <https://www.mtk.fi/-/vahahiilisystietiekartta2024>

Mosnier, A., Javalera-Rincon, V., Jones, S.,..., Zerriffi, H. (2023). A decentralized approach to model national and global food and land use systems. *Environmental Research Letters*, Volume 18, Number 4, 045001.
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/acc044>

OECD & FAO (2025), OECD-FAO Agricultural Outlook 2025-2034, Paris and Rome,
<https://doi.org/10.1787/601276cd-en>.

Poore, J. & Nemecek, T. (2018) Data koottuna Our World in Data -palvelun kautta: Greenhouse gas emissions per kilogram of food product. Saatavilla: <https://ourworldindata.org/grapher/ghg-per-kg-poore> .
[ourworldindata.org]

Purola, T. & Lehtonen, H. (2022). Farm-Level Effects of Emissions Tax and Adjustable Drainage on Peatlands. *Environmental Management* 69: 154–168. <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01543-1>

Roitsch, T., Himanen, K., Chawade, A., Jaakola, L., Nehe, A. and Alexandersson, E. (2022) Functional phenomics for improved climate resilience in Nordic agriculture. *Journal of Experimental Botany*, 73(15), pp. 5111–5127. <https://doi.org/10.1093/jxb/erac246>

Rämö, J., Tzemi, D., Wejberg, H., Miettinen, A & Lehtonen, H. (2025). Carbon Incentives and Farm Economics: A Study of Peatland Drainage Optimization. *Agricultural Water Management* 314: 109512.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377425002264>

Saarinen, M. & Karikallio, H-M. (toim.). (2025). Synteesiraportti: Kestävä ruokavalio ja ruokajärjestelmä. 144 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-106-7>

Wejberg, H., Miettinen, A., Lehtonen, H., Mäkelä, M., Häggblom, O. & Myllys, M. (2024). Vesienhallinnan taloudelliset edellytykset turvepelloilla. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 78/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 41 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-967-3>

LUKU 8

European Scientific Advisory Board on Climate Change. (2026). Climate adaptation and mitigation in the agri-food system – Recommendations for coherent EU policies. Saatavissa: <https://climate-advisory-board.europa.eu/reports-and-publications/climate-adaptation-and-mitigation-in-the-agri-food-system-recommendations-for-coherent-eu-policies>.

LIITE

Taulukko 1 Keskeisiä pohjoismaisessa kuluttajatutkimuskirjallisuudessa tunnistettuja tekijöitä siirtymässä kohti kasvipainotteista ruokavaliota ja esimerkkejä löydöksistä.

Kyvykkyydet (Capabilities)	Tuotteiden, raaka-aineiden ja aterioiden tuttuus <ul style="list-style-type: none">• Suomalaisessa kyselytutkimuksessa tuotteiden vieraus oli yleisin este palkokasvien ja kasviproteiinituotteiden kulutuksen lisäämiselle (Kuosmanen ym. 2023)• Tanskalais-australialaisessa kyselytutkimuksessa kasvispohjaisten aterioiden tuntemus oli yhteydessä vähemmän lihakeskeiseen ateriakäsitykseen ja runsaampaan kasvipohjaiseen syömiseen (Rao ym. 2025)• Ruotsalaisessa haastattelututkimuksessa lihaan liitetty tuttuus oli lihankulutuksen vähentämisen ja lihaa korvaavien kasviproteiinien lisäämisen este (Collier ym. 2021).
	Tietoisuus ruokavaliomuutosten ilmastovaikutuksista <ul style="list-style-type: none">• Suomalaisessa kyselytutkimuksessa noin kolmannes kuluttajista oli tietoinen lihan tuotannon ja ympäristöongelmien välisestä yhteydestä, suurin osa epäröi mutta vain harva ei tunnistanut yhteyttä lainkaan (Pohjolainen ym. 2016).• Ruotsalaisessa ostodata- ja kyselytutkimuksessa kuluttajilla, joilla on alhaisin tietämys ruuan ilmastovaikutuksista, oli suurin ruokaostojen ilmastovaikutus (Edenbrandt & Lagerkvist 2022).
	Ruoanlaittotaidot <ul style="list-style-type: none">• Norjalaistutkimuksessa heikot ruoanlaittotaidot ja koettu ajan puute olivat yhteydessä vähäisempään kalan ja kasvien syöntiin (Skuland 2015).• Tanskalaisessa kyselytutkimuksessa ne kuluttajat, jotka pitävät kasvipohjaisen ruoan laittoja helppona, todennäköisesti kuluttivat vähemmän lihaa (Reipurth ym. 2019).• Norjalais-ranskalaisessa haastattelututkimuksessa suurin este muutokselle oli kasvipohjaisten aterioiden valmistusosaamisen puute: osallistujat kokivat, etteivät osaa tehdä palkokasveista ja kasvisruoista maukkaita, täyttäviä aterioita (Varela ym. 2022¹³).• Suomalaisessa kyselytutkimuksessa reseptien ja käyttöideoiden saatavuus oli merkittävä kuluttajien ilmoittama tekijä, joka lisäisi heidän palkokasvien ja palkokasvipohjaisia tuotteiden kulutusta (Kuosmanen ym. 2025b).• Ruotsalaisessa kyselytutkimuksessa vähemmän myönteisesti kasvien kulutukseen suhtautuvien ryhmässä oli vahva kokemus siitä, että tuoreita kasviksia on vaikea säilyttää kotona ja että kasvien valmistaminen vie liikaa aikaa (Simunaniemi ym. 2013).

¹³ Varela, P., Arvisenet, G., Gonera, A., Myhrer, K. S., Fifi, V., & Valentin, D. (2022). Meat replacer? No thanks! The clash between naturalness and processing: An explorative study of the perception of plant-based foods. *Appetite*, 169, 105793. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105793>

<p>Mahdollisuudet (Opportunities)</p>	<p>Hinta</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suomalaisessa kyselytutkimuksessa kallis hinta oli merkittävä este palkokasvien ja kasviproteiinituotteiden: 44 prosenttia vastaajista piti kasviproteiinituotteiden hintaa esteenä käytön lisäämiselle (Kuosmanen ym. 2023). • Tanskalaistutkimuksessa korkea hinta oli yleisimmin mainittu este lisätä maitoa korvaavien kasvipohjaisten tuotteiden kulutusta ja matala hinta oli tärkein tuoteominaisuus, joka motivoisi ko. tuotteiden ostamiseen (Philippi Rosane ym. 2025). • Ruotsalaisessa haastattelututkimuksessa kuluttajat kokivat hinnan merkittäväksi esteeksi lihan korvaavien vaihtoehtoisten kasviproteiinituotteiden ostamiselle ja kokeilemiselle, sillä niitä ei pidetty samalla tavoin rahanarvoisina tai "ylellisinä" kuin lihaa (Collier ym. 2021). <p>Saatavuus ja valikoima</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ruotsalaisessa kyselytutkimuksessa kasvisten käyttöön vähemmän myönteisesti suhtautunut kuluttajaryhmä arvioivat useammin, että heidän kasvisten kulutuksensa lisääntyisi, jos kaupan kasvisvalikoima olisi parempi (Simunaniemi ym. 2013). • Suomalaisen haastattelututkimuksen mukaan nykyinen fyysinen ruokaympäristö suosii valikoiman ja saatavuuden kautta maitotuotteita kasvipohjaisten vaihtoehtojen sijaan, jolloin ne näyttäytyvät kuluttajille oletusvaihtoehtona. Kasvipohjaisten vaihtoehtojen käyttöä voidaan tukea laajentamalla valikoimaa sekä tuotteiden näkyvämmän sijoittelun sekä helpomman saatavuuden avulla (Kuosmanen ym. 2025a). <p>Sosiaaliset suhteet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tanskalaisessa kyselytutkimuksessa läheiset sosiaaliset suhteet lihan vähentäjiin tai välttäjiin oli keskeinen lihan vähentämisaikomusta ja vähentämistä selittävä ajuri (Hielkema & Lund 2021). • Suomalaisessa kyselytutkimuksessa kuluttajien arvio siitä, alkaisivatko heille itselle tärkeät ihmiset käyttää uusia solumaatalouden tuotteita, on yksi vahvimmista ennustajista myönteiselle suhtautumiselle soluviljeltyyn lihaan ja kalaan (Heiskanen & Ryyänen 2024). • Suomalaisessa haastattelututkimuksessa sosiaaliset suhteet näyttäytyivät sekä maitoa korvaavien kasvipohjaisten tuotteiden käytön ajurina ja esteenä: lähipiiri saattoi jarruttaa käyttöä kieltäytymällä edes maistamasta tuotteita mutta myös edistää siirtymää vertaistuen, yhteisen kokeilun tai allergioiden kautta (Kuosmanen ym. 2025a). • Norjalaisessa kyselytutkimuksessa sosiaaliset normit, joita selvitettiin väitteillä "useimmat tuntemani ihmiset syövät punaista lihaa" ja "perhe ja ystävät odottavat minun syövän punaista lihaa", oli yksi vahvimmin runsasta lihansyöntiä selittävä tekijä (Vatn ym. 2022).
<p>Motivaatio (Motivation)</p>	<p>Ympäristömyönteisyys</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tanskalaisessa kyselytutkimuksessa ilmastomotivaatio oli vahva ajuri sekä lihan syönnin aikomukselle että vähentämiseksi (Hielkema & Lund 2021). • Norjalaisessa kyselytutkimuksessa ympäristömyönteisyys oli yhteydessä lihaa korvaavien kasviproteiinien korkeampaan kulutukseen (Muiruri ym. 2025¹⁴).

¹⁴ Muiruri, S. W., Milford, A. B., & Rickertsen, K. (2025). Norwegian consumption of plant-based meat analogues. *Food Quality and Preference*, 132, 105597. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2025.105597>

Terveysmotiivi- ja asenteet

- Suomalaisessa kyselytutkimuksessa kasvi- ja hyönteispohjaisten proteiinien kulutus on yhteydessä terveyden ja kestävyuden henkilökohtaiseen tärkeyteen: terveys oli tärkeämpi vaihtoehtoisten proteiinien kulutusta lisänneille sekä naudanlihaa vähentäneille kuluttajille kuin kuluttajille keskimäärin (Niva & Vainio 2021).
- Tanskalaisessa kyselytutkimuksessa vastaajat, jotka asettavat terveyden etusijalle ruokavalinnoissaan, olivat todennäköisemmin vähentäneen lihansyöntiään (Hielkema & Lund 2021).
- Suomalaisessa kyselytutkimuksessa kuluttajat, joiden ruokavalioon kuului papuja ja soijatuotteita, korostivat enemmän terveys- ja painonhallintamotiiveja kuin ne, jotka eivät käyttäneet papuja ja soijatuotteita (Vainio ym. 2016).

Käsitykset täyttävyydestä ja proteiinipitoisuudesta

- Ruotsalaisessa kyselytutkimuksessa kuluttajien mielikuvat kasviproteiinituotteiden täyttävyydestä ja proteiinipitoisuudesta erosivat runsaasti ja vähän lihaa kuluttavien kuluttajaryhmien välillä: paljon lihaa syövät kuluttajat pitivät tuotteita vähemmän täyttävinä ja proteiinipitoisina (Spendrup & Hovmalm 2022).
- Tanskalaisessa kyselytutkimuksessa myönteinen tai kielteinen suhtautuminen väittämiin ”en saa tarpeeksi proteiinia, jos syön enemmän kasvispainotteista ruokaa” ja ”en tule kylläiseksi syödessäni kasvisruokaa” oli tärkein selittävä tekijä sille, kuuluiko kuluttaja paljon vain vähän eläinperäisiä tuotteita kuluvien ryhmiin (Reipurth ym. 2019).
- Norjalaisessa haastattelututkimuksessa sotilaiden lihankulutuksen vähentämisen vastustuksen pääsyy oli lihan yhdistäminen proteiinipitoisuuteen, maskuliinisuuteen ja mukavuuteen (Kildal & Syse 2017).

Maku

- Ruotsalaisessa kyselytutkimuksessa useimmin mainittu este kasvien ja hedelmien syönnille oli, että niistä ei pidetty (Simunaniemi ym. 2013).
- Suomalaisessa kyselytutkimuksessa 41% vastaajista kertoi palkokasvien ja kasviproteiinituotteiden kulutuksen esteeksi sen, ettei pidä mausta (Kuosmanen ym. 2023).
- Suomalaisessa kyselytutkimuksessa parempi maku oli kuluttajien yleisimmin mainitsema tekijä, joka voisi lisätä palkokasvien ja palkokasvipohjaisten tuotteiden kulutusta (Kuosmanen ym. 2025b).
- Tanskalaisessa kyselytutkimuksessa kuluttajat, jotka ilmoittivat kasvipohjaisen ruoan maistuvan hyvältä, syövät vähemmän lihaa, kalaa, maitotuotteita ja kananmunia (Reipurth ym. 2019).

Ruokaneofobia

- Tanskalaisessa kyselytutkimuksessa ruokaneofobia oli yhteydessä vähäisempään punaisen lihan kulutukseen (Hielkema & Lund 2021).
- Suomalaisessa kyselytutkimuksessa ruokaneofobia oli korkeampaa ryhmissä, jotka joko eivät muuttaneet ruokavaliotaan tai vaihtoivat punaista lihaa siipikarjaan, ja matalampaa ryhmissä, jotka lisäsivät kasviproteiineja (Nevalainen ym. 2023).
- Suomalaisessa kyselytutkimuksessa ruokaneofobia oli yleisempää niissä kuluttajaryhmissä, joissa siirtymää kasvi- ja hyönteispohjaisiin proteiininlähteisiin ei ollut tapahtunut (Niva & Vainio 2021).