



**SLC**

# MAATALOUDEN VÄHÄHIILISYYSKARTTA

Päivitetyt skenaariot ja arviot  
päästövähennyksistä vuoteen 2035 ja 2050



# SISÄLTÖ

1. Johdanto.....	3
2. Skenaarioiden päivitysten periaatteet.....	7
3. Maatalouspolitiikan muutokset ja vaikutukset eri skenaarioissa .....	10
4. Hiilimarkkinoiden kehitysnäkymät ja niiden tuomat mahdollisuudet .....	18
Mahdollisuudet liittyen jakeluvelvoitteen joustomekanismiin .....	22
5. Hiilensidonta kivennäismaihin .....	25
6. Päästövähennykset turvepelloilla.....	28
7. Energiankäytön kokonaisuuden muuttuminen maataloudessa .....	32
7.2. Maatalouden energiakäytön muutokset vuoteen 2050.....	35
7.2.1. Tausta .....	35
7.2.2. Kulutuslaskelmien perusteita.....	35
7.2.3. Energiankäytön muutokset konetöissä .....	36
7.2.4. Keskimääräiset kulutuslukemat peltokasvien viljelyssä.....	37
7.2.5. Energiankulutuksen muutos typensitojakasveja lisättäessä.....	39
7.2.6. Maidontuotanto.....	40
7.2.7. Kasvihuonetuotanto.....	41
7.3. Aurinkosähkön kehitys.....	43
8. Maatalouden biokaasutuotanto.....	44
9. Yhteenveto päästövähennyksistä ja johtopäätökset.....	52
Lähteet.....	55
Liitteet .....	60

## Maatalouden ilmastotiekartan päivitetty skenaariot ja arviot päästövähennyksistä vuoteen 2035 ja 2050

2.7. 2024

**Tekijät:** Heikki Lehtonen, Kalle Aro, Kim Kaustell, Ilkka Leinonen, Sari Luostarinen, Olli Niskanen, Saija Rasi, Antti Suokannas (kaikki Luonnonvarakeskuksesta)

etunimi.sukunimi@luke.fi

[www.luke.fi](http://www.luke.fi)

ISBN 978-952-9733-70-5

# 1. JOHDANTO

Vuonna 2020 julkaistussa MTK ry:n ja SLC r.f.:n Maatalouden ilmastotiekartassa (Lehtonen ym. 2020) arvioitiin mahdollisuuksia vähentää tuntuvasti maatalouden kokonaisuuden kasvihuonekaasupäästöjä vuoteen 2035 ja 2050 vähentämättä maataloustuotteiden oma-varaisuutta Suomessa.

Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen kokonaisuuteen kuuluvat ns. maataloussektorin eli maataloustuotannosta aiheutuvien dityppioksidin (N<sub>2</sub>O) ja metaanin (CH<sub>4</sub>) päästöt, joita oli kaikkiaan noin 6,075 Mt CO<sub>2</sub> ekv. vuonna 2022 (Tilastokeskus 2024). Lisäksi maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen kokonaisuuteen kuuluvat maatalouden maankäyttösektorin kasvihuonekaasupäästöt, jotka ovat hiilidioksidi-päästöjä maatalouden kivennäismailta ja turvemailta n. 8 Mt CO<sub>2</sub> ekv., sekä maatalouden energian käytöstä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt, vajaa 1 Mt CO<sub>2</sub> ekv. Yhteensä maatalouden kokonaisuuteen kuuluvia kasvihuonekaasupäästöjä on noin 15 Mt CO<sub>2</sub> ekv. Nämä päästöt ovat osa koko ruokajärjestelmän kokonaisuutta, jossa pelloilla kasvavat kasvit sitovat hiiltä maataloustuotteisiin. Tämä hiili vapautuu ilmakehään hiilidioksidina, kun maataloustuotteet käytetään ihmis- ja eläinravinnoksi. Typpilannoitus koostuu seuraavista: väkilannoitteet, karjanlanta ja ilmakehästä typensitojakasvien avulla sidottu typpi maaperään. Typpilannoituksesta sekä maatalouden turvemailta vapautuu pieniä määriä ilmastovaikutukseltaan hyvin voimakasta dityppioksidia (N<sub>2</sub>O) jonka osuus maataloussektorin kasvihuonekaasupäästöistä on merkittävä. Samoin on metaanin, jota vapautuu ilmakehään märehitijöiden ruoansulatuksesta sekä vähäisessä määrin turvemaakosteikoilta.

Suomen maataloudelle ns. hiilineutraalius (jolla tarkoitetaan usein kasvihuonekaasuneutraaliutta huomioiden kaikki em. kasvihuonekaasut) on lähes mahdoton tavoite nykyisillä päästökertoimilla ja hiilensidonnan laskennalla. Tästä huolimatta maatalouden on pyrittävä päästöjen vähentämiseen osana Suomen ja EU:n ja ilmastotavoitteita siinä mitassa, joka on mahdollista ruokaturvaa heikentämättä, maataloustuottajille kohtuullista ja kestävän kehityksen mukaista.

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM), antoi eri tuotannonaloille ja niitä edustaville organisaatioille tehtäväksi päivittää sektorikohtaiset vähähiilitiekartat 2024 kesään mennessä. Tämä käsillä oleva työ liittyy juuri tähän.

TEM:n valmistelussa on teknologianeutraali jakeluvaihtoehtojen joustomekanismi, johon taakanjakosektorin sisällä ja myös mahdollisesti maankäyttösektorilla toimintaansa harjoittavilla toiminnanharjoittajilla on niin halutessaan mahdollisuus osallistua kilpailutuksen kautta. On ennakoitavissa, että maatalouden päästöjä vähentäviä toimia ja maatalouteen kiinteästi sidoksissa olevia maankäyttösektorin toimia halutaan sisällyttää tämän kansallisen hiilimarkkinan kautta joustomekanismiin. Maatalouden ilmastotiekartan päivittämisen yhteydessä tulisi arvioida minkä maatalouden toimenpiteiden sisällyttäminen jakeluvaihtoehtojen joustomekanismiin Suomessa edellä mainittuihin mekanismeihin olisi mahdollista ja kuinka suuria päästövähennäpotentiaaleja erilaisin mekanismeissa toteutuvien markkinahinnoin olisi realisoitavissa.

EU:ssa saavutettiin 19.2.2024 kolmikantaneuvotteluissa sopu sertifioitujen hiilenpoistumien asetuksesta (CRCF-asetus; Council of the European Union 2024). Tässä asetuksessa säädetään myös hiiliviljelyn kautta tuotettavien hiilenpoistumien ja maatalouden eri päästövähennysten sertifiointikelpoisuudesta. Lähtökohtaisesti toimintaperiaate on markkinaehtoinen hinnoittelu tulosperustaisille päästöjen vähenemille tai nielujen lisäyksille. Asetuksessa painotetaan, että maankäyttösektorin toimilla, vähintään viisivuotisilla, vaikkakin ilmastovaikutukset voisivat olla lyhytaikaisia, tulee olla mahdollisuus osallistua hiilimarkkinoilla. Tämä tulee olla mahdollista ilman pelkoa tai rajoitusta liittyen ns. kaksoislaskentaan, eli että valtio voisi jatkossa lukea hyväkseen

yksityisillä markkinoilla toteutuvat päästövähennykset. Niille on kuitenkin neljä eri pääkriteeriä: laskettavuus (todennettavuus), lisäisyys, pysyvyys ja kestävyys. Eri toimenpiteet täyttäisivät eri kriteerit eri asteisesti. Markkinoilla päästövähennykset tulisi hinnoitella ”like-for-like”-periaatteella, jotta tarjonta vastaisi kysyntää (tästä tarkemmin luvussa 4).

EU:n ennallistamisasetus hyväksyttiin osana EU:n biodiversiteettistrategiaa kesäkuussa 2024. Tavoitteena on parantaa luonnon tilaa laajasti eri ympäristöissä sekä suojelualueilla että niiden ulkopuolella. Ennallistamisasetuksen tavoitteiden saavuttaminen edellyttää, että käytetään monia erilaisia tapoja vahvistaa luontoarvoja. Alue, jolla luonnon tilaa parannetaan, voi säilyä talouskäytössä tai olla vaikkapa osa kaupunkiympäristöä. Ennallistamisasetuksen toimeenpano edellyttää luonnon tilaa parantavia toimia esimerkiksi soilla, metsissä, maatalousympäristöissä, tuntureilla, rannoilla, merellä ja sisävesissä. Luonnon tilaa parantavia toimia ovat esimerkiksi suo-ojien tukkiminen, joki- ja puroumien palauttaminen kohti luonnontilaa, laidunnuksen palauttaminen perinteisesti laidunkäytössä olleille alueille ja kuusten poistaminen lehdoista. Erityisesti valuma-alueilla tehtävät toimet, kuten soiden ennallistaminen, kohentavat myös alapuolisen vesistön ja rannikkovesien tilaa (Ympäristöministeriö 2024). Maatalouden käytössä olevista turvepelloista tulee ennallistaa puolet vuoteen 2050 mennessä, ja tästä kolmannes eli vajaa 17 % turvepeltojen kokonaisalasta (46 000 ha) tulee vettä kosteikoiksi (Euroopan parlamentti 2024). 40% tästä turvepeltojen vettämisalasta eli runsaat 18 000 ha voidaan kuitenkin tehdä muulla kuin maatalousmaalla, esimerkiksi turvetuotantoalueilla tai heikkotuottoisella ojitetulla suometsäalalla. Tällöin vetettävää turvepeltoalaa olisi vajaa 28 000 hehtaaria eli runsaat 10 % turvepeltojen alasta. Hyvin perustellen jäsenmaa voi myös alentaa omaa turvepeltojen vettämis-tavoitettaan, jos se aiheuttaa esim. merkittäviä sosio-ekonomisia ongelmia. Asetus korostaa viljelijöiden ja yksityisten maanomistajien vapaaehtoisuutta maatalousmaan uudelleenvettämisessä (European Parliament 2024).

Nämä edellä mainitut kehityskulut ja strategiat, jotka näyttäisivät avaavan maataloudelle pääsyn yksityisille hiilimarkkinoille tulevaisuudessa sekä yhteiskunnan tukemille ennallistamistoimille, voivat olla käännteentekeviä maatalouden päästövähennystoimille. Siksi nämä mahdolliset kehityskulut ja strategiat huomioidaan tässä työssä tehtävässä skenaarioiden päivityksessä.

## **PÄÄSTÖVÄHENNYKSET JA TOIMENPITEET VUODEN 2020 MAATALOUDEN ILMASTOTIEKARTASSA**

Vuoden 2020 Maatalouden ilmastotiekartassa (Lehtonen ym. 2020) esitettiin mahdolliset ja ruoantuotannon omavaraisuutta heikentämättömät kasvihuonekaasupäästöjen vähennykset (tästä eteenpäin ”khk-päästöjen vähennykset” tai ”päästövähennykset”) kolmessa eri skenaarioissa: Perusura (ilman lisätoimia), Ilmastoskenaario 1 (tuntuvia ja realistisia lisätoimia) ja Ilmastoskenaario 2 (kunnianhimoisia lisätoimia). Vuoden 2020 perusurassa maatalouden kokonaisuuuden khk-päästöt alenevat 5 % vuoteen 2035 (6 % vuoteen 2050). Tämä tarkoittaa vajaan 1 Mt CO<sub>2</sub> ekv. päästövähennystä vuoteen 2050, joka aiheutuisi pääosin nautakarjan määrän hitaasta vähenemisestä, maataloustuotannon ja pellonkäytön pysyessä pääosin ennallaan. Ilmastoskenaariossa 1 arvioitiin khk-päästöjen alenevan 29 % vuodesta 2018 vuoteen 2035 ja 38 % vuoteen 2050. Tämä tarkoittaa noin 4,6 Mt CO<sub>2</sub> ekv. vähennystä vuoteen 2035 ja 6 Mt CO<sub>2</sub> ekv. päästöjen vähennystä vuoteen 2050. Tästä noin 1,9 Mt CO<sub>2</sub> ekv. arvioitiin saavutettavan turvemaita koskevilla toimilla ja noin 2,2 Mt CO<sub>2</sub> ekv. pellonkäytön muutoksen ja tavoitteellisen kivennäismaiden hiilensidonnain keinoin vuoteen 2035. Maatalouden energiankäytön ja tuotannon muutoksesta arvioitiin aiheutuvan myös pieni khk-päästöjen lasku, samoin nautakarjan määrän vähenemisestä, kuten perusskenaariossa.

Vuoden 2020 Ilmastoskenaariossa 2 maatalouden khk-päästöt vähenevät 42 % vuoteen 2035 ja 77 % vuoteen 2050 vuodesta 2018. Tämä tarkoittaisi peräti 12 Mt CO<sub>2</sub> ekv. päästövähennystä vuoteen 2050 (6,8 Mt CO<sub>2</sub> ekv. jo vuoteen 2035). Tästä noin 3,1 Mt CO<sub>2</sub> ekv. aiheutuisi turvemailla tehtävien toimien laajamittaisemmasta soveltamisesta, erityisesti turvemaalajia olevien peltojen ennallistamisesta, sääätosalajoituksesta ja ohutturpeisten peltojen metsityksestä. Kivennäismailla tavoitteena on tässä skenaariossa suuri, jopa 5 Mt CO<sub>2</sub> ekv. suuruinen hiilinielu vuoteen 2050 mennessä (2 Mt CO<sub>2</sub> ekv. vuoteen 2035). Tätä pidettiin jo 2020 tiekartassa vahvasti tavoitteellisena ja kunnianhimoisena skenaariona, josta todettiin, ettei tämän mittaluokan suuruista tavoitteellista hiilensidontaa kivennäismaihin voida toistaiseksi laskea Luonnonvarakeskuksen käyttämällä virallisen kasvihuonekaasuinventaarion aineistoilla ja menetelmillä.

Vuoden 2020 Maatalouden ilmastotiekartassa todettiin, että tuntuvasti väheneviin päästökehityksiin johtavat toimet vaativat asetelmaa, jossa viljelijä hyötty khk-päästöjen vähentämisestä ja niihin liittyvistä toimista. Ellei tällaiseen asetelmaan päästä, vaan viljelijälle koituu tulonmenetyksiä, kuten esimerkiksi maataloustuotantoa haittaavia vaikutuksia tai maataloustukien menetyksiä ilman vastaavaa hyötyä tai kompensatioita menetyksistä, lisätoimiskenaarioissa esitettyjen khk-päästövähennysten saavuttaminen ei ole mahdollista. Tarvittavien lisäisten toimien rahoitukseen arvioitiin tarvittavan vuoden 2020 Ilmastoskenaariossa 1 noin 150 miljoonaa euroa lisärahaa vuosittain vuoteen 2050 asti. Ilmastoskenaariossa 2 summa nousisi selvästi suuremmaksi.

Erityisesti lisärahoitusten ja kannustimien arvioitiin koskevan sitä, millä ehdoin viljelijälle voidaan korvata täysimääräisesti ne tulonmenetykset, jotka aiheutuvat maataloustukien menetyksistä ennallistettavilla tai viljelykäytöstä poistettavilla huonotuottoisilla turvemailla ja metsitetyillä turve- tai kivennäismailla. Lisäksi turvemailla tarvitaan erillistä tukea ja kannustimia vedenpinnan korkeana pitämiseen ja tämän todentamiseen. Tärkeänä pidettiin myös satotason kasvattamista vähitellen, jotta ravinteiden hyväksikäyttö kasveille paranisi ja peltomaan hiilisyöte ja siten kivennäismaiden hiilensidonta lisääntyisi. Tähän arvioitiin tarvittavan resursseja teknologiakehitykseen ja tuottavampien menetelmien soveltamiseen, kuten tarkkuusviljely, uudet satoisamat ja ilmastokestävämmät kasvilajikkeet, hiilensidontan onnistuminen ja todentaminen kivennäismailla, sekä onnistunut sääätosalajoitus ja ennallistaminen turvemailla.

Näiden resurssien käytön arvioitiin kasvavan vähitellen ja lisääntyvän merkittävästi viimeistään 2030-luvulle tultaessa. Näin siksi, että uusien ohjauskeinojen ja niiden ehtojen sekä teknologian ja todentamisen kehitys vie aikaa. Tämän lisäksi arvioitiin tarvittavan lisätukia ja markkinoiden edistämistä, jotta bioenergian tuotanto ja ravinnekierätykset voisivat kasvaa. Samalla todettiin, että merkittävä osa lisäresursseista tulisi saada markkinaehtoisesta toiminnasta. Kokonaisuutena maatalous muuttuisi olennaisesti kestävämpään suuntaan monilla eri kestävyden mittareilla, joten myös julkisten varojen kasvava käyttö muutokseen arvioitiin olevan perusteltua. Ohjauskeinojen suunnittelu entisten ohjausten päälle todettiin kuitenkin haasteelliseksi ja voivan edellyttää olemassa olevan ohjauksen kuten maataloustuen tiettyjen ehtojen muuttamista, jotta ohjauksilla olisi toivottu vaikutus esimerkiksi luopumiseen heikkotuottoisten maiden viljelystä.

Erikseen tehty selvitys (Lehtonen 2022) luonnosteli tarkemmin keinoja, joilla 29 %:n päästövähennys maataloudessa voitaisiin saavuttaa niin, että maataloustuotteiden omavaraisuus ja tuotanto sekä maatilojen talous eivät heikkene, vaan vahvistuvat. Tämä vaatii tuottavuuden kehittämistä, ml. satoisuuden ja maan hiilisyötteen lisäämistä mm. tehokkaamman ja tarkemman kasvinsuojelun ja lannoituksen keinoin, sekä tuomalla lisää resursseja ja neuvontaa turvemaiden vettämiseen ja muihin päästövähennystoimiin.

## TAVOITTEET

Tämä työ vastaa TEM:n esittämään tarpeeseen päivittää tuotannonalakohtaiset vähähiilitiekartat. Tavoitteena on päivittää vuoden 2020 vähähiilisyystiekartta valittujen kokonaisuuksien osalta, jotka ovat (1) EU CAP -politiikka eli EU:n yhteinen maatalouspolitiikka ja sen muutokset, (2) maatalouden hiilimarkkinat sekä (3) maatalous osana energiantuotantoa.

Päivityksessä luodaan kolme skenaarioita: perusskenaario (WEM), joka toteutuu nykyisillä politiikka- ja ohjauskeinopäätöksillä, sekä tavoitteellinen lisätoimiskenaario (lisätoimiskenaario 1; jatkossa lyhyesti WAM1 esitysteknisistä syistä), jossa määritellään lisätoimenpiteitä tukemaan Suomen hiilineutraalisuustavoitetta, ja kunnianhimoinen lisätoimiskenaario 2 (WAM2) jossa esitetään edellisiä pidemmälle meneviä politiikkatoimenpiteitä. Hahmoteltavien toimenpiteiden on oltava kestäviä tuotannollisesta näkökulmasta, eli ne eivät voi vaarantaa kansallista ruokaomavaraisuutta. Keinojen tulee olla kestäviä myös taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti.

Kolmen keskeisen osa-alueen keskeiset tavoitteet seuraavat:

- (1) EU:n yhteisen maatalouspolitiikan uusi ohjelmakausi alkoi vuonna 2023 ja jatkuu vuoteen 2027. Tässä työssä analysoidaan uuden ohjelmakauden muutokset tuotannon ohjaukseen ensimmäisen toimeenpanovuoden (2023) kokemusten perusteella. Lisäksi analysoidaan todennäköiset muutokset jäljellä olevina vuosina ohjelman painotuksiin. Lisäksi maatalouspolitiikan vaikutusten analyysissä on tavoitteena luoda skenaario seuraavan ohjelmakauden (2028-2032) tavoitteista suomalaisen maatalouden ilmastotavoitteista ja niiden edellyttämistä tilatason politiikkatoimista.
- (2) Ottaen huomioon ja arvioiden maatalouden mahdollisuudet osallistua eri toimenpiteillä jakeluvelvoitteen joustomekanismiin ja tulevaisuudessa muotoutuville EU:n laajuisille hiilimarkkinoille, tavoitteena on muodostaa konkreettinen käsitys siitä, millaisia olisivat skenaariot perusura, lisätoimiskenaario 1 ja lisätoimiskenaario 2. Päästövähennäpotentiaalien analyysissä selvitettäisiin maatalouden eri toimien välinen kustannusvaikuttavuus päästövähennysten/hiilensidontan/hillintätoimien mahdollistajana, ja tuotettaisiin vastauksia kysymykseen, miten maatalous toisi päästövähennyksiä/hiilensidontaa tarjolle?
- (3) Muodostetaan skenaariot maatalouden energiakäytön kehittymiselle jo päätetyn politiikkaohjauksen toteutuessa (WEM) ja tavoitteelliset skenaariot (WAM1 ja WAM2), joissa määritellään lisätoimenpiteitä, joilla varmistetaan Suomen hiilineutraalisuustavoitteen täytyminen vuoteen 2035 mennessä ja maatalouden energiakäytön vaikutus tähän. Tässä yhteydessä muodostetaan käytettävissä olevan nykytila-aineiston perusteella perusuran ja WAM1- ja WAM2-mukaiset kehitysurat biokaasutuotannolle. Muodostetaan arvio maatalouden energiakäytöstä ja –tuotannosta vuoteen 2035 ja 2050 ml. maatalouden työkoneiden energiakäytön arvio eri skenaarioissa. Samalla tehdään maatalouden aurinkosähkötuotannon päivitys. Teknologian kehitys huomioidaan eri energian tuotantomuodoissa ja käyttötavoissa.



## 2. SKENAARIOIDEN PÄIVITYSTEN PERIAATTEET

### TIIVISTELMÄ:

*Eri skenaarioissa (WEM, WAM1, WAM2) on erilainen yhteiskunnan (yritykset, arvoketjut, kansalaisjärjestöt) sitoutumisen ja maksuhalukkuuden taso. WEM -skenaariossa nämä lisääntyvät hitaasti, WAM-skenaariossa rivakammin. WEM-skenaariossa hiilimarkkinat eivät toteudu siinä määrin, että viljelijöillä olisi niille pääsy, tai että viljelijät voisivat esim. erilaisten markkinoille pääsyn lisäkustannusten vuoksi ansaita rahaa maatalouden päästövähennyksillä. WAM-skenaarioissa puolestaan viljelijöillä on pääsy hiilimarkkinoille, ennallistamisasetuksen toimeenpano ja energiamurros etenevät maataloudessa rivakammin kuin WEM-skenaariossa. Ilmastotoimilla nähdään WAM-skenaarioissa olevan merkitystä paitsi ilmastonmuutoksen hillinnälle, myös siihen sopeutumiselle, sekä luonnon monimuotoisuudelle ja vesiensuojelulle. Monihyötyiset toimet saavat tunnustusta ja niihin ohjataan tuntuvia kannustimia ja resursseja sekä neuvontaa ja kehitystyötä etenkin WAM2:ssa. Toisin sanoen samoista toimista voidaan WAM2:ssa maksaa eri perustein eri asteisia tukia, kuitenkin selkein ehdoin, joista tärkein on todentaminen. Tämä ei ole mahdollista WEM:ssa ja vain osin WAM1:ssa. Näillä periaatteilla täsmennetyt skenaariot perustellaan tarkemmin ja ne tarkentuvat myöhemmissä luvuissa.*

WAM1- ja WAM-2-skenaarioissa osa kannustimista (“keppiä” + “porkkanaa”) toteutuu ilman julkisia varoja. Esim. arvoketjuissa ei hyväksytä toimia, joilla on epäedullisia vaikutuksia ympäristöön ja ilmastoon, kuten turvemaiden käyttöä pääosin yksivuotisten kasvien viljelyyn ja ojittamattomien suomaiden raivausta pelloksi, mikä aiheuttaa pitkäaikaisesti suuria kasvihuonekaasupäästöjä. WAM1:ssa hiiliviljely kivennäismailla etenee, osa vettämiskelpoisista turvepelloista vetetään osin ilmastokosteikoiksi (ei maatalouskäytössä), mutta pääosin pohjaveden pintaa nostetaan turvepelloilla säätösalaajituksen keinoin, jolloin pelto säilyy maataloustuotteiden tuotannossa. Yksivuotisten kasvien viljelyä turvepelloilla vähennetään WAM2-skenaariossa voimakkaasti ja WAM1-skenaariossa maltillisesti, samalla kun metsäkatoasetus ja kuluttajien arvostukset vähentävät kaikenlaista pellonraivausta. Lisäksi molemmissa WAM-skenaarioissa näille toimille, samoin kuin metaanipäästöjen vähentämiselle nautojen ruokinnan lisääaineilla, typpilannoituksen tarkentamiselle, polttonesteiden käytön vähentämiselle, työkoneiden sähköistymiselle ja biokaasutuotannolle tehostuneine ravinnekiertoineen järjestyy sekä yksityistä että julkista rahoitusta, ja näin etenkin WAM2-skenaariossa. WEM-skenaariossa näitä kehityskulkuja oletetaan tapahtuvan vain vähän, koska niille ei luoda enempää kannustimia kuin oli keväällä 2024 tilanne.

Taulukossa 2.1 on täsmennetty, miten ohjelmakaudella 2023-2027 voimassa olevien maatalouden kasvihuonekaasupäästöihin ensisijaisesti vaikuttavien CAP-toimien mittakaavaa lisätään WAM1- ja WAM2-skenaarioissa. Kaudella 2023-2027 selvimmin kasvihuonekaasupäästöä vähentäviä toimia ovat ilmastokosteikot turvemaiden ja turvepeltojen nurmet -toimenpide. Niiden aloja kasvatetaan WAM-skenaarioissa, joissa ennakoidaan mm. EU:n ennallistamisasetuksen toimeenpanoa, joka tarkoittaa turvemaiden vettämistä ja muuta ennallistamista (suurinta osaa turvemaista ei voida vettää hydrologisista syistä kun ympäristön vesi ei siihen riitä), sekä tehostettuja luonnonhoitotoimia myös kivennäismaalajien pelloilla. Tämä tarkoittaa myös niihin kuluvien resurssien kasvua, mikä saattaa vähentää maltillisesti tuotannosta irrotettuja maataloustukia, tai olla lisäistä rahaa maataloudelle ja sen luonnonhoitotoimille.

**Taulukko 2.1.** Eri skenaarioiden määritykset pääpiirteittäin: CAP ja muu maatalouspolitiikka. WAM-skenaarioiden lisätoimista ei ole vielä rahoitusta tiedossa, vaikka esim. ennallistamisasetus tuli jo EU-tasolla hyväksytyksi kirjoitushetkellä (kesäkuu 2024).

<b>WEM eli perusura, huhtikuussa 2024 voimassa oleva tilanne</b>	<b>WAM1, saavutettavissa oleva lisäkannustimin (yritykset, arvoketjut, julkinen valta)</b>	<b>WAM2, kunnianhimoinen, yhteiskunnassa (yritykset, arvoketjut, julkinen valta) vahva maksuhalukkuus</b>
Ilmastokosteikkojen tavoiteala 3 000 ha; niille ei CAP-tukea, vaan kosteikkojen hoitotukea, pieni budjetti	Ilmastokosteikkojen tavoiteala nelinkertaisena (12 000 ha), isompi budjetti	Ilmastokosteikkojen tavoiteala 24 000 ha, lisäksi määrätietoinen heikkotuottoisten turvepeltojen ohjaus pois maataloustuotannosta
Turvepeltojen nurmet yksivuotisten kasvien viljelyn sijaan, tavoiteala 40 000 ha	Turvepeltojen nurmet, tavoiteala 50 000 ha	Turvepeltojen nurmet, tavoiteala 60 000 ha, mahdollistaa vielä joitakin yksivuotisia kasveja sisältäviä viljelykiertoja, tärkeitä osalle viljelijöistä
Luonnonhoitonurmet, kuten kaudella 2023-2027	Lisäpalkkio vetetyille turvepelloille osana ennallistamisasetusta	Lisäpalkkio vetetyille turvepelloille osana ennallistamisasetusta
Monimuotoisuuskesannot kuten kaudella 2023-2027	Pysyville nurmille turvepelloilla tuntuva monimuotoisuus-palkkio, ennallistamisasetus (rahoitusta ei vielä tiedossa)	Pysyville nurmille kaikilla maalajeilla tuntuva monimuotoisuus-palkkio (rahoitusta ei vielä tiedossa)
Hiiliviljely yleistyy hitaasti, sitä edesauttavat mm. saneerauskasvien ja viherlannoitusnurmien tuet	Hiiliviljelyyn rohkaistaan enemmän kuin WEM-skenaariossa	Hiiliviljelystä kivennäismailla tulee normi, ja saataville tulee vahvasti koulutusta ja tukea monihyötyisistä toimista
Tuotannosta irrotettu CAP-tuki kuten 2023-2027	Hitaasti aleneva tuotannosta irrotettu CAP-tuki, koska tukea siirtyy em. toimiin	Nopeammin aleneva tuotannosta irrotettu CAP-tuki
		Tulosperusteisuuden osuus ja merkitys kasvaa maatalouden ympäristöohjauksessa

Taulukossa 2.2 on arvioitu hiilimarkkinoiden kasvavaa merkitystä eri skenaarioissa. Erityisesti on huomattava, että hiilimarkkinat vaativat vähintään 5-vuotisia toimia päästöjen vähentämiseksi ja hiilivarastojen lisäämiseksi. Toisaalta päästövähennystoimien on hyvä olla nopeavaikutteisia, jotta päästövähennykset olisivat haluttuja markkinoilla. Koska WAM1-skenaariossa hiilimarkkinat ja yleinen maksuhalukkuus yhteiskunnassa Suomessa ja globaalisti maatalouden päästövähennyksistä kehittyvät maltillisesti, myös maatalouden osallistuminen hiilimarkkinoille yleistyy hitaammin kuin WAM2-skenaariossa.



**Taulukko 2.2.** Eri skenaarioiden määritykset pääpiirteittäin: Hiilimarkkinat ja päästökaupan laajennus

<b>WEM: Ei mahdollisuutta myydä hiilikredittiejä maataloudesta</b>	<b>WAM1: Asteittain kasvavat mahdollisuudet myydä hiilikredittiejä todennetuista lisäisistä toimista, joista ei kakista makseta täyttä hintaa epävarman pysyvyyden ja lisäisyyden vuoksi</b>	<b>WAM2: Hiilimarkkinat kasvavat nopeasti ja maatalouden päästövähenneksille on kysyntää- Lisäksi 2030-luvun kuluessa toteutuu asteittain laajamittainen maatalouden päästökauppa, jossa monenlaiset todennetut toimet ovat mahdollisia</b>
	turvepeltojen vettäminen, vedenpinta todennettava, korvaus viljelijöille n. € 30-40/tCO <sub>2</sub> ekv., n. € 300-800/ha (pohjavedenpinta 5-30 cm maan pinnan alla)	turvepellot kuten WAM1:ssa
	hiilisyötteen lisääminen kivennäismailla, pieni korvaus € 30-40/ha; myös vesiensuojeluhyötyjä	kivennäismaat kuten WAM1, mutta korvaus viljelijälle vähän suurempi, koska monia hyötyjä
	Metaanipäästöjä vähentävä 3NOP-lisäaine yleistyy hitaasti lypsylehmien ruokinnassa	3NOP yleistyy lehmien ja muun nautakarjan ruokinnassa laajasti
	Vähennetty typpilannoitus johtuen mm. täsmäviljelyn maltillisesta yleistymisestä ja palkokasvikierroista	täsmäviljely, tarkka ja vähennetty typpilannoitus, laajasti
	Heikkotuottoisten ja tuotannosta pois jäävien turve- ja kivennäismaa-lajien peltojen maltillinen metsitys	Heikkotuottoisten ja tuotannosta pois jäävien turve- ja kivennäismaalajien peltojen metsitys

Taulukossa 2.3 on arvioitu maatalouden energiakokonaisuuden kehitystä pääpiirteittäin eri skenaarioissa. Luvussa 7 esitetyissä tarkemmissa laskelmissa tulee näkyviin maatalouden fossiilisen energian käyttöä (polttoaineita) korvaava vaikutus ja kädenjälki, kun muilla sektoreilla käytetään maatalouden piirissä tuotettua uusiutuvaa energiaa.

**Taulukko 2.3.** Eri skenaarioiden määritykset pääpiirteittäin: Energia.

<b>WEM</b>	<b>WAM1</b>	<b>WAM2</b>
Hidas mutta etenevä biokaasun kasvu-ura olemassa olevin ohjauksin, lannan käyttö biokaasuntuotannossa yleistyy	Asteittain kasvava kysyntä biometaanista, lisäksi kestävyyskriteerit vaikuttavat edistyneiden uusiutuvien polttoaineiden tarjontaan	Kova kysyntä biometaanista liikenteen ja teollisuuden käyttöön, nurmen tuotannolla haetaan kestävää käyttöä maatalousmaalle
Maatalouden biokaasutuotanto kasvaa tasolle 1 TWh 2035 ja 1,6 TWh 2050	Maatalouden biokaasutuotanto kasvaa tasolle 1,4 TWh 2035 ja 2,2 TWh 2050	Maatalouden biokaasutuotanto kasvaa tasolle 1,7 TWh 2035 ja 3,6 TWh 2050
Maatalouden aurinkoenergia jatkaa kasvuaan mutta hidastuu 2030 - helpoimmat kohteet toteutettu	Maatalouden aurinkoenergian tuotanto jatkaa kasvuaan vuoteen 2035	Maatalouden aurinkoenergian tuotanto tehostuu laajamittaiseksi, mm. osakkuudet isoissa tuotantoalueissa
Vähennetty muokkaus säästää polttoainetta, vähän	Vähennetty muokkaus laajamittaisista, tuntuva polttoaineen säästö	Vähennetty muokkaus ja uusi teknologia (miehittämättömät koneet, älyohjaus, sähkö), tuntuva polttoaineen säästö

### 3. MAATALOUSPOLITIIKAN MUUTOKSET JA VAIKUTUKSET ERI SKENAARIOISSA

#### TIIVISTELMÄ:

Rahoituskaudelle 2023-2027 jokainen EU:n jäsenmaa laati yhteisen maatalouspolitiikan kansallisen CAP-suunnitelman, jossa edistettiin yhteisiä tavoitteita kunkin jäsenmaan omista lähtökohdista. Uutta CAP-suunnitelman toimeenpanossa on toimeenpanomalli, jossa keskeistä ovat tulokset ja niiden osoittaminen. Tämä näkyy CAP-suunnitelman strategisena lähestymistapana: on esitetty tarpeet, joiden perusteella on valittu toimenpiteet, joille on asetettu tavoitteet ja joiden toteutumista seurataan. Yhteistä maatalouspolitiikkaa leimaa myös aiempaa vahvempi ympäristö- ja ilmastopainotus, joka näkyy myös Suomen CAP-suunnitelmassa.

Maa- ja metsätalousministeriö laati yhdessä Luonnonvarakeskuksen (Luke) kanssa arvion 2023-2027 CAP-suunnitelman luonnoksen ympäristö- ja ilmastotoimien vaikuttavuudesta (Maa- ja metsätalousministeriö 2021a). Arvioinnin mukaan maataloudesta peräisin olevat kasvihuonekaasupäästöt olisivat kauden 2023-2027 päättyessä CAP:n toimenpiteiden ansiosta noin 0,9 miljoonaa CO<sub>2</sub> ekvivalenttitonnia vähemmän vuodessa verrattuna aiemman CAP-rahoituskauden tukipolitiikan jatkumiseen. Tämä vastaa 5,5 prosenttia vuoden 2019 maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä, jotka olivat vuonna 2019 yhteensä 16 miljoonaa ekvivalenttitonnia. Keskeisimmät uuden CAP:n ilmastotoimet ovat turvemaiden ja kivennäismaiden raivauksen vähentämistä edistävät ehdollisuusvaatimukset (kuten uusien peltojen pakollinen nurmipeitteisyys), ympäristökorvauksen maanparannus- ja saneerauskasvien viljely sekä suojaväyhykkeet ja turvepeltojen nurmet. Noin 16 % CAP:n pilari 1:n tuista maksetaan ns. ekojärjestelmän kautta, jossa viljelijän on toteutettava seuraavia toimenpiteitä tukia saadakseen: talviaikainen kasvi- ja peitteisyys, luonnonhoitonurmet, monimuotoisuuskasvit ja viherlannoitusnurmet. Näillä toimilla on luonnon monimuotoisuuden edistämisen ohella pieni kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä vaikutus. Lisäksi ilmastokosteikon käsite tuli mukaan CAP-toimenpiteiden valikoimaan, joskin kosteikkojen hoitosopimuksen pystyi tekemään ilmastopäästöjen hillintäperusteella kosteikoksi muutetulla turvepellolla jo ohjelmakaudella 2014–2020.

Kaudella 2028-2032, ja sen jälkeen CAP-ohjelman arvioidaan suuntautuvan meneillään olevaa kautta vähän kasvavissa määrin ilmasto- ja ympäristöhyötyjen tuottamiseen, kuitenkin niin, että ruoantuotanto pysyy ensisijaisena. Voidaan ennakoida, että CAP tulee eri tavoin ottamaan huomioon ennallistamisasetuksen toimeenpanoon sitä tukien siten, että turvemaiden ennallistaminen esim. pysyviksi nurmiksi saa kustannuskompensatioita myös maataloustukien muodossa. Tämä tarkoittaa sitä, että rehunurmien heikompi laatu pysyvillä nurmilla kuin viljelykierrossa olevilla nurmilla otetaan tukitasoissa huomioon, mikä nostaisi pysyvien nurmien tuen yksivuotisten kasvien tukea vähän suuremmaksi, mikä edistäisi yksivuotisten kasvien viljelyn vähenemistä turvepelloilla. Tämän lisäksi tukikelpoisten kasvien määrää kasvatetaan, jolloin osa vetetyistä turvepelloista voi saada maataloustukia erilaisessa kosteikkoviljelyssä, joka laajenee hitaasti mutta vähitellen arvoketjujen kehittyessä kosteikkotuotteiden kysynnän vetämänä. CAP:n ekojärjestelmä kauden 2023-2027 yksivuotisine toimenpiteineen laajenee maltillisesti sekä toimenpiteiden että rahoituksen osalta. Tukijärjestelmän kokonaisuus kannustaa jatkossakin viljelykiertoihin ja mm. kerääjä- ja saneerauskasvien ja viherlannoitusnurmien viljelyyn peltojen hiilisyötteen lisäämiseksi, ja tähän kehitetään tulosperusteisia toimia CAP:ssa, koska peltojen hiilensidonnan lyhytaikaisuus ja epävarmuus saattavat johtaa siihen, että ne eivät ole kilpailukykyisiä hiilimarkkinoilla WAM1- ja WAM2-skenaarioissa.

## YLEISTÄ CAP-JÄRJESTELMÄN 2023-2027 MUKAISISTA MAATALOUSTUISTA SUOMESSA

Yhteensä Suomessa maksetaan vuosittain maataloustukia noin 1,9 miljardia euroa. Tähän kokonaissummaan ei ole tullut viimeiseen 10 vuoteen olennaisia muutoksia. Ensimmäisen CAP-pilarin tukia maksetaan kuluvalle ohjelmakaudella Suomessa vuosittain noin 525 milj. €. Tästä tuotannosta irrotettua, kasvi- tai kesantovalinnasta riippumatonta pinta-alatukea maksetaan vuosittain noin 300 milj. €, tuotantosidonnaista tukea eläin- ja kasvituotannolle noin 100 milj. €, ekojärjestelmätukea noin 86 milj. € ja uudelleenjakotukea 16 milj. €, sekä lisäksi nuorten viljelijöiden tukea. Toisen CAP-pilarin tuista LFA- eli epäsuotuisten alueiden tukea maksetaan vuosittain noin 500 milj. € ja ympäristökorvausta noin 200 milj. €. Lisäksi maksetaan luomutuotannon tukea n. 76 milj. €, eläinten hyvinvointikorvausta 74 milj. €. Kansallisia tuotantosidonnaisia tukia maksetaan C-tukialueella pääosion maidontuotannolle (tukea per maitolitra), naudanlihantuotannolle (tukea laskennallisten eläinyksikköjen perusteella) ja kasvintuotannolle (tukea per hehtaari mm. valkuais- ja öljykasvituotannolle) yhteensä noin 350 milj. € vuodessa.

Keskeisenä muutoksena aiempaan maatalouden tukipolitiikkaan on vuonna 2023 alkaneeseen CAP-tukikauteen 2023-2027 sisältyvä Ekojärjestelmä, jossa maksetaan noin 16,4 % kaikista CAP-pilari 1:n noin 525 milj. € vuotuisesta tuesta eli noin 86 milj. € (Maa- ja metsätalousministeriö 2024, Ruokavirasto 2023). EU komission suositus oli, että 25 % CAP-pilarin 1 -tuista maksettaisiin ekojärjestelmän kautta, mutta Suomen CAP-suunnitelma, jonka EU komission hyväksyi, päättyi 16,4 %n osuuteen.

Ekojärjestelmään sisältyvät seuraavat toimenpiteet ja niiden arvioidut tukisummat ovat seuraavat:

- I. talviaikainen kasvipeite 50 €/ha
- II. luonnonhoitonurmet 65 €/ha
- III. viherlannoitusnurmet 80 €/ha
- IV. monimuotoisuuskasvit 300 €/ha

Arvioitu tukisumma per hehtaari on viitteellinen suhteessa tavoitepinta-alaan. Tilanteessa, jossa viljelijät valitsevat toimenpidettä budjetoitua enemmän tai vähemmän, yksikkötukea voidaan laskea tai nostaa ohjelmassa annetun vaihteluvälin sisällä ilman ohjelmamuutoksia. Esimerkiksi talviaikaisen kasvipeitteisyyden tuki aleni tasolle noin 40 €/ha koska tukea haettiin yhteensä noin 1 799 100 hehtaarin alalle (Ruokavirasto 2024), kun tavoiteala oli 1 400 000 ha. Luonnonhoitonurmien tukea haettiin 2023 noin 89 100 hehtaarin alalle, viherlannoitusnurmen tukea 11 700 hehtaarin ja monimuotoisuuskasvien tukea noin 44 100 hehtaarin alalle vuonna 2023 (Ruokavirasto 2024).

Luonnonhoitonurmia, viherlannoitusnurmia ja monimuotoisuuskasveja koskevien ekojärjestelmien tukea voidaan myöntää yhteensä enintään 25 prosentille maatalon suorien tukien tukikelpoisesta alasta. Tukialueella C luonnonhoitonurmia koskevan ekojärjestelmän tukea voidaan myöntää enintään 10 prosentille maatalon suorien tukien tukikelpoisesta alasta (Ruokavirasto 2023). C-alueen rajoite suhteessa edelliseen ohjelmakauden ei ole olennaisesti rajoittanut luonnonhoitonurmien määrää kokonaistasolla, sillä edellisen toimenpiteen pinta-ala kasvoi edellisestä ohjelmakaudesta (59 000 ha vuonna 2022 ja 94 000 ha vuonna 2023). Lisäksi eräiden muiden monimuotoisuuskasvien viljelyalat ovat kasvaneet (esim. monimuotoisuuskasvi (riista) ilmoitettu viljelyala oli 19 000 ha vuonna 2022 ja 38 000 ha vuonna 2023).

Aiemmin maatalouden ympäristökorvaukseen (CAP-pilari 2) kuuluneita tukimuotoja maksetaan nyt CAP-pilari 1:n varoilla samalla kun ympäristökorvauksen kokonaisrahoitus väheni noin 45 milj. € vuonna 2023 vuoteen 2022 verrattuna. Tällöin niiden maatilojen tukitaso, jotka eivät eri syistä

toteuta ekojärjestelmän toimia, alenee aiempaan verrattuna kaudella 2023-2027. Ekojärjestelmä tuo siis tuntuvan kannustimen em. toimiin (i)-(iv), ja ne edistävät osaltaan maaperän orgaanista ainesta ja samalla hiiltä ylläpitäviä tai lisääviä viljelykiertoja.

Ilmastonmuutoksen hillinnän näkökulmasta merkittäviä ovat Ympäristökorvauksen lohkokohtaiset vapaaehtoiset valinnaiset toimenpiteet (Ruokavirasto 2023b):

- maanparannus- ja saneerauskasvit
- kerääjäkasvit
- kiertotalouden edistäminen
- suojavyöhykkeet
- turvepeltojen nurmet
- valumavesien hallinta (säättösalaojitus ja kuivatusvesien kierrätys)
- puutarhakasvien vaihtoehtoinen kasvinsuojelu
- lintupellot

Näissä lähes kaikissa toimenpiteissä on viljelykiertoja ja maan hiilipitoisuutta kerääjä- ja nurmikasvien avulla lisäävä, tai turvepeltojen tapauksessa maan hiilen vähenemistä hidastava ominaisuus. Mainittujen toimien päätarkoitus on kuitenkin ollut vesistökuormituksen vähentäminen, jossa on joiltain osin onnistuttu aiemmillä ohjelmakausilla näillä samoilla tai hyvin samantyyppisillä toimenpiteillä (Hyvönen ym. 2020, Huttunen ym. 2023). Viherlannoitusnurmilla ja erilaisilla kesannoilla on todettu olevan merkittäviä myönteisiä vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen (Hyvönen ym. 2020). Ennen 2023 alkanutta ohjelmakautta Suomessa ei kuitenkaan pantu toimeen tavoitteellisia ja tehokkaita toimia maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen, vaan pieniä päästövähennyksiä on ym. toimista aiheutunut niiden päätarkoituksen ohella.

CAP-kauden 2023-2027 toimilla, ml. em. toimet yhteensä, ei kuitenkaan päästä suuriin päästövähennyksiin maataloudessa. Luonnonvarakeskus on arvioinut 2023-2027 CAP-suunnitelman toimien päästövähennysvaikutukseksi noin 0,9 Mt CO<sub>2</sub> ekv. vähemmän vuodessa, kun maatalouden kokonaispäästöt ovat yli 15 Mt CO<sub>2</sub> ekv. vuodessa (ks. johdanto).

Periaatteessa voisi ajatella, että siirtämällä enemmän varoja ekojärjestelmätukiin ja ympäristökorvauksen toimiin voidaan saada aikaan enemmän ilmasto- ja ympäristöhyötyjä. Jossain määrin näin saattaa ollakin. Merkittävä ilmastohyötyjen saavuttaminen eli kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen ekojärjestelmän kautta tulevat kuitenkin jäämään varsin vähäisiksi, ellei sinne lisätä entisten toimien lisäksi tehokkaampia ja nimenomaan kasvihuonekaasupäästöjä vähentäviä toimia.

Pelkällä ekojärjestelmän tai ympäristökorvauksessa jo olevien toimien hiensäädöllä tai kehittämisellä voidaan päästä pieniin vähennyksiin kasvihuonekaasupäästöissä. Esimerkiksi jos talviaikaisen kasvipeitteisyyden ehtoja muutettaisiin niin, että pelkkää sänkipeltoa (joka nyt oikeuttaa noin 40 €/ha suuruiseen talviaikaisen kasvipeitteisyyden tukeen) kasvipeitteisemmästä pellostä maksettaisiin suurempi talviaikaisen kasvipeitteisyyden tuki, toimenpide voisi lisätä hiilensidontaa peltoon, mutta hyvin vähän enää syksyllä sadonkorjuun jälkeen. Näin siksi, että esim. syyskuussa kylvetty kerääjäkasvi ehtisi lähinnä juurtua maahan eikä tuottaa paljoakaan maanpäällistä biomassaa tai juurimassaa maahan. Toki tilanne olisi pellolla olevan kasvullisen biomassan osalta parempi kuin pelkkä sänkipelto. Kerääjäkasvi voisi myös viedä elintilaa ei-toivottavilta rikkakasveilta sänkipellolla.

Tällainen toimenpide olisi lähellä ympäristökorvauksen kerääjäkasvi-toimenpidettä, kuitenkin sillä erotuksella, että ympäristökorvauksen toimenpiteessä kerääjäkasvi kylvetään pääkasvin ohessa keväällä (Ruokavirasto 2023b). Tällöin kerääjäkasvi ehtii muodostaa biomassaa ja sitoa



hiiltä juuristoon ja maanpäällisiin kasvinosiin lähes koko kasvukauden ajan. Kerääjäkasvitukea voi hakea, jos viljelijä on sitoutunut ympäristökorvaukseen. Tukea maksetaan 100 €/ha ja se voi kattaa enintään 25 % sitoumusosalasta. Kerääjäkasveja voi käyttää yksivuotisilla pelto- viljelykasveilla tai puutarhakasveilla. Osalla kasveja kerääjäkasvin kasvu kasvukaudella voi aiheuttaa epävarmuutta ja ongelmia pääkasvin viljelyssä (voivat aiheuttaa ongelmia esim. puinnille). Syksyllä sadonkorjuun jälkeen kylvettävä kerääjäkasvi voisi olla joillekin viljelijöille soveltuvana vaihtoehtona keväällä kylvettäville kerääjäkasveille. Tällöin kerääjäkasvin aikaan saama hiilensidonta jäisi pienemmäksi kuin keväällä kylvettyjen kerääjäkasvien, mutta olla suurempi kuin pelkän sänkipeitteisen pellon.

Keskeistä ilmaston ja ympäristön kannalta ovat myös ehdollisuuden moninaiset ja laaja-alaiset ehdot, joihin sitoutuminen on edellytys kaikkien maataloustukien saamiselle. Niihin kuuluu hyvin monenlaisia ja varsin tärkeitä pidettyjä asioita, kuten eläinten hyvinvointi, maaperän kasvukunto, lannoitteiden ja torjunta-aineiden vastuullinen käyttö, vesiensuojelu, biodiversiteetti ja osin myös ilmastomuutoksen hillintä. Tosin viimeksi mainittuja ehdollisuus ei edellytä erityisen vahvasti, jonka vuoksi vesiensuojelun, biodiversiteetin ja ilmastomuutoksen hillinnän edistämiseksi on luotu erillisiä toimenpiteitä. Ehdollisuus on laajentunut, ja se tuottaa laajasti epäsuoria hyötyjä ja vähentää monia riskejä. Ehdollisuus voi toimia ja motivoida viljelijöitä monien keskeisten hyötyjen tuottamiseen ja ylläpitämiseen ja riskien vähentämiseen, ellei maataloustukia, ml. pinta-alatukia, vähennetä merkittävästi. Kokonaan ilman maataloustukia ehdollisuuden vaatimukset tulisi turvata ja rahoittaa muuten.

Pinta-alatukien väheneminen ja niiden varojen nykyistä suurempi siirto ilmasto- ja ympäristötoimiin saattaisi paitsi lisätä ympäristö- ja ilmastohyötyjä, myös vähentää monien keskeisten viljelykasvien tukitasoa. Erityisesti viljakasvien viljely rehuksi ja elintarvikkeiden raaka-aineeksi on usein matalakatteista toimintaa, ja peltoalatukien aleneminen tulisi silloin kompensoida ainakin osittain markkinahintojen korotuksilla, jotta viljely olisi mielekästä ja tuotantomotivaatio säilyisi. Näin ainakin mautiloilla, kuten viljantuotannossa, jossa tukien osuus maatalon kokonaistuotoista on noin puolet. Sen sijaan erikoiskasvien tuotannossa ja erityisesti kotieläintuotannossa pinta-alalle maksettavien tukien osuus on paljon vähäisempi, maitiloilla noin 20 %, muilla nautakarjatililla noin 30 %, sikatiloilla runsaat 10 % ja siipikarjatililla selvästi alle 10 % (<https://taloustohtori.luke.fi/>)

Pinta-alatuilla on taipumus pääomittua pellon vuokra- ja kauppahintoihin etenkin alueilla, joilla maatalouteen investoidaan, tilakoko kasvaa ja pellosto on kilpailua. Siksi sellaisilla tuotantosuunnilla, joilla pinta-alatukien osuus kokonaistuotoista on vähäinen, mutta ovat riippuvaisia vuokratusta peltoalasta, peltoalatukien väheneminen voisi helpottaa niiden asetelmaa pelto-markkinoilla ja siten parantaa pellon saantia tai alentaa pellon vuokratukustannuksia. Näin siksi, koska kasvitilojen kokonaistuotot ja maksukyky pelto-markkinoilla vähenisivät ja samalla kilpailu pellosto tältä osin vähenisi. Samalla kuitenkin osa pelloista voisi jäädä viljelemättä alueilla, joilla on pääosin kasvitiloja, pellon kysyntä heikkoa ja maatilojen kannattavuus heikko. Tällöin viljan ja muiden kasvitukien hintojen tulisi nousta, että kokonaistuotanto ei vähenisi. Se riippuisi taas paljon markkinatilanteesta ja viljan kysynnästä vuosittain. Koska kasvitukien hinnat määräytyvät pääosin maailmanmarkkinoilla, on kuitenkin hyvin mahdollista, että kasvitukien hinnat eivät Suomessa nousisi ja kokonaistuotanto laskisi, mikäli pinta-alatukia merkittävästi alennettaisiin siirtämällä tukia merkittävässä määrin ilmasto- ja ympäristötoimiin. Kysynnän tulisi kuitenkin ensi sijassa ratkaista se, missä laajuudessa viljaa tuotetaan Suomessa, ei ensi sijassa tukipolitiikan. Isot tukileikkaukset pinta-alatuissa olisivat joka tapauksessa vaikeita Suomen kasvinviljelytiloille, ja voisivat johtaa tuotannon vähenemiseen.

Pienet pinta-alatukien vähenemiset voisivat kuitenkin lisätä erityisesti viljantuotannon markkinaehtoisuutta ja parantaa pelto-markkinoiden toimintaa, kun peltoa ei pidettäisi hallussa ja tuotannossa entisessä määrin tukien vuoksi. Jonkinasteista lisäystä em. toimien rahoituksessa voidaan

perustella myös siitä näkökulmasta, että maan hiilipitoisuuden ylläpito ja kasvattaminen voivat edistää veden ja ravinteiden hyödyntämistä kasveille ja siten sopeutumista ilmastonmuutokseen, joka äärevien sääolojen yleistyessä tuo haasteita veden ja sitä kautta ravinteiden saatavuudelle kasveille kasvukaudella. Tähän asti yksipuolisesti viljelleet maatilat saivat aiempaa vahvemman kannustimen peltojen hiilipitoisuuden ja kasvukunnon hoitoon vahvistuneesta ekojärjestelmän tai ympäristökorvauksen toimien rahoituksesta, mikä voisi tuoda myös tuottavuushyötyjä ilmaston muuttuessa.

Maltillinen nykyistä suurempi tuotannosta irrotettujen pinta-alatukien siirto ympäristö- ja ilmastotoimiin voi siis olla perusteltua. On kuitenkin selvää, että maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen ei voi perustua yksinomaan tai pääosin varojen laajamittaisille siirroille tuotannosta irrotetuista pinta-alatuista kohdennettuihin ilmasto- ja ympäristötoimiin, koska se voi viedä pohjan pois monien maatilojen taloudelta ja kannattavan tuotannon edellytyksiltä. Eräisiin tärkeisiin ja vaikuttaviin päästövähennystoimiin maataloudessa on syytä saada muuta rahoitusta maataloustukien ulkopuolelta.

### **ERÄIDEN CAP2027 TOIMENPITEIDEN TOTEUMA VUODELTA 2023 TALVIAIKAINEN KASVIPEITTEISYYS**

CAP-ohjelman eräs keskeinen tavoite oli lisätä talviaikaista kasvipeitteisyyttä. Ekojärjestelmän toimenpiteen tavoitteena oli noin 1,4 miljoonan hehtaarin korvausala. Ekojärjestelmän toimenpiteiden budjetoinnissa on annettu toimenpiteen korvaukselle alaraja 40 euroa ja yläraja 50 euroa, joka täsmentyy vuosittain, kun viljelijöiden valinnat toimenpiteelle selviävät.

Talviaikainen kasvipeitteisyys ylitti ohjelman ensimmäisenä vuonna arvon 28 %:lla ja oli lähes 1,8 miljoonaa hehtaaria. Toimenpiteen valintaa edesauttoi se, että vuoden 2023 syyskuu oli monin paikoin poikkeuksellisen märkä ja monilla pelloilla syysmuokkauksia ei ollut järkevää tehdä olosuhteitten takia. Pinta-alaodotuksen ylittymisen vuoksi hehtaarikohtainen korvaus jouduttiin pudottamaan alarajalleen. Toisaalta ei ole estettä sille, etteikö toimen etukäteen arvioitu suosio voisi ylittyä myös jatkossa.

### **TURVEPELTOJEN NURMI**

Ympäristökorvaukseen määriteltiin ”turvepeltojen nurmi” -toimenpide, joka kannustaa pitämään turvepeltoa nurmella yksivuotisten kasvien sijaan ja siten vähentämään khk-päästöjä. Ympäristösitoutumuksen kesto on 5 vuotta. Korvaus on 100 euroa per hehtaari. Tavoitteena on 40 000 hehtaarin pinta-ala.

Vuonna 2023 sopimuksia on tehty 281 tilalle yhteensä 2004 hehtaaria. On ilmeistä, että tavoitetta ei tulla saavuttamaan nykyisellä korvaustasolla ja ehdoilla. Erityisen haastavaksi on koettu pitkä sitoutumisaika yhdistettynä sadonkorjuuveloitteeseen.

### **KOSTEIKKOJEN HOITOSOPIMUS TURVEMOIDEN PÄÄSTÖJEN HILLINTÄKEINONA**

Toimenpide tekee mahdolliseksi kosteikon hoitotuen maksamisen myös niille kosteikoille turve- mailla, jotka eivät ensi sijassa kohdennu vesiensuojelutarkoitukseen vaan kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen. Kosteikkojen hoitosopimuksella hoidetut lohkot poistuvat maatalous- maasta. Toimenpiteen tavoitepinta-ala vuonna 2028 on 3000 hehtaaria. Uusia ilmastokosteikkoja ei ole kuitenkaan perustettu lainkaan vuonna 2023, joten toimenpiteellä ei ole vielä ollut ilmasto- vaikutuksia.

Ilmastokosteikkojen perustamisinvestointeja tuetaan ei-tuotannollisten investointien tuen avulla. Tämä tukimuodon haasteita voivat olla esimerkiksi toimenpiteen rahoittaminen ennen korvauksia (korvaukset maksetaan vasta kuitteja vastaan jälkikäteen), suunnittelutyön ja etenkin ”avaimet käteen” tyyppisen neuvonnan puute, tai ainakin kysynnän ja tarjonnan kohtaamisen haasteet.

## VALUMAVESIEN HALLINTA -TOIMENPITEESEEN LIITTYVÄ TURVEMAIDEN SÄÄTÖSALAOJITUS

Turveltojen säätösaloajituksen avulla voidaan hallita pohjaveden pinnan korkeutta. Pinnan nostolla ehkäistä sekä turpeen hajoamista ja siten kasvihuonekaasupäästöjä. Kuivana kesänä salaojitus sulkemalla voidaan hillitä peltojen kuivamista ja myös parantaa satotasoa. Toimenpide on yhteinen happamien sulfaattimaiden säätösaloajituksen kanssa, jonka tavoitteena puolestaan on hallita pohjaveden korkeutta sulfaattimaalla ja vähentää happamien vesien päästöjä. Toimenpiteen korvaus on 77 euroa/hehtaari/vuosi. Säätösaloajituksen tavoiteala vuonna 2028 on 60 000 hehtaaria, josta ei kuitenkaan ole eritelty sulfaatti- ja turvemaille tehtäviä toimia erikseen. Vuonna 2023 yhteensä toimenpidettä on valittu 47775 hehtaarella, joka sisältää sekä sulfaattimaille että turvemaille tehtyjen säätösaloajitusten tuen.

## UUSIEN PELTOJEN RAIVAAMISEN HILLINTÄ

Kaikille tiloille pakollisessa ehdollisuudessa puolestaan määriteltiin peltojen raivaamiseen liittyvien päästöjen hillintäkeinoksi uusien peltojen pakollinen nurmipeitteisyys. Nurmipeitteisyysvaatimus ei poista mahdollisuutta tuottaa raivatulla pinta-alalla säilörehua nautojen rehuksi, mutta vähentää raivatun pellon kasvihuonekaasupäästöjä inventaariossa. Turvemaita on raivattu 2015-2019 keskimäärin 1961 ha vuodessa, kivennäismaita puolestaan keskimäärin 1980 ha vuodessa.

Nurmipeitteisyysvaatimus on voinut jonkin verran hillitä raivaamista, mutta se ei ole kuitenkaan kokonaan estänyt raivaamista. Raivaaminen on tyypillisesti usean vuoden mittainen työ, joten on mahdollista, että vuonna 2023 saatettiin vielä loppuun jo aloitettuja raivioita ja että vuosina 2024 ja 2025 pinta-alat pienenevät.

**Taulukko 3.1.** Pellonraivaus (sisältäen sekä kivennäis- että turvemaa-alueista raivatut pellot) vuosina 2021-2023. Lähde: Kniivilä ym. 2024. Metsämaan lisäksi pelloksi on muutettu erityisesti entisiä turvetuotantoalueita ja osin soita ja muita maa-aloja, joita ei luokitella metsämaaksi.

Vuosi	Kaikki tuotantosuunnat yhteensä		Nautakarjatalouden tuotantosuunnat	
	Uusien peltojen pinta-ala, ha	Metsästä raivattu pinta-ala, ha	Uusien peltojen pinta-ala, ha	Metsästä raivattu pinta-ala, ha
2021	1950	1400	1270	910
2022	3890	2850	2200	1580
2023	2700	2100	1710	1310
Yhteensä 2021–2023	8530	6350	5180	3800
Keskimäärin vuodessa	2840	2120	1730	1270

Yhteenvedon edellä mainittujen toimien osalta voidaan todeta, että perusrassassa (WEM) maataloudesta peräisin olevien kasvihuonekaasupäästöjen kasvun hidastuminen CAP:n toimenpiteiden ansiosta (noin 0,9 miljoonaa CO<sub>2</sub> ekvivalenttonnia vähemmän vuodessa verrattuna aiemman CAP-rahoituskauden tukipolitiikan jatkumiseen), voi vaatia osalla toimenpiteistä muutoksia sillä tavoitteita ei tulla kaikissa toimenpiteissä saavuttamaan nykyisillä toimien ehdoilla ja

korvaustasoilla. Toisaalta osalla toimenpiteistä, kuten talviaikainen kasvipeitteisyys, tavoitteet tullaan ylittämään yksittäisinä vuosina tai koko ohjelmakauden aikana, joka voi ainakin osittain kompensoida tavoitteista jäämistä toisilla toimenpiteillä.

## **MAATALOUSPOLITIIKAN MUUTOKSIA JA VAIKUTUKSIA LISÄTOIMISKENAARIOISSA ILMASTOKOSTEIKOT**

Ilmastokosteikkojen tavoitteen saavuttaminen on haastavaa, sillä kiinnostus kosteikkojen perustamiseen on ollut melko vaatimatonta. Toimenpide on voitu nähdä haastavana toteuttaa ja siihen sitoutuminen on muihin perusmaatalouden toimiin nähden poikkeuksellista pysyväisluonteisen sitoutumisen vuoksi.

**WAM1-skenaariossa** ongelmaa pyritään ratkaisemaan korkeammalla korvaustasolla, joka voisi laukaista lukkoja kosteikkojen perustamisen suhteen. Korkeampi budjetti ja mahdollinen korvaustaso houkuttelisivat toimea pohtineita maanomistajia ryhtymään toimeen. Liikkeelle pääseminen toimissa lisää tietoisuutta perustamisen mahdollisuuksista. Samalla hankkeiden myötä osaaminen neuvonnassa ja hankkeiden toteutuksessa alkaa lisääntyä. Kosteikkojen kohdentuminen ensisijaisesti heikkotuottoisille ja aktiiviviljelyn kannalta merkityksettömille lohkoille antaa toimille hyväksyttävyyttä – toimet nähdään aktiivituotantoa mahdollistavana sektorin päästövähennyksenä. Lisärahoitusta kohdennetaan kansallisin varoin tai uudelleenkohdistamalla käytettävissä olevia CAP-varoja.

**WAM2-skenaariossa** ilmastokosteikkojen määrä nousee tasolle 24 000 ha. Alan lisääminen edellyttää määrätietoista heikkotuottoisten turvepeltojen ohjaamista pois maataloustukien piiristä pitkäaikaisilla hyvin rahoitetuilla hoitosopimuksilla, jolloin vettäminen kääntyy taloudellisesti kannattavaksi pellonkäyttömuodoksi, jos pelto on ennestään heikkotuottoinen esim. puutteellisen ojituksen tai happamuuden vuoksi. Toimet edellyttävät vahvaa korvaustasoa oikeudenmukaisuuden säilyttämiseksi.

Ilmastokosteikkojen lisäksi vettämis-kelpoista turvepeltoa myös säätösalaajitetaan, joka mahdollistaa pellon maatalouskäytön ja vähennykset kasvihuonekaasupäästöissä.

## **TURVEPELTOJEN NURMET**

Yksivuotisten viljelyn vähentämiseen turvemaidella tähtäävä turvepeltojen nurmiviljelyn toimenpide ei ole saavuttanut tavoitepinta-alaa. Ongelmana on etenkin sadonkorjuuveloitteeseen sitoutuminen koko sopimusajalla. Yleisesti tiedetään, että nurmisadon määrä alenee, kasvusto voi harventua ja rikkakasvit voivat vallata alaa tyypillisesti 4. ja 5. satovuonna. Nykyisten sitoumusehtojen mukainen rikkakasvien kemiallisen torjunnan kieltä vaikeuttaa laadun ylläpitämistä. Kasvustojen laatua voi parantaa vain täydennyskylvöllä. Toinen suosiota hillinnyt tekijä voi olla sitoutumisajan keskeytymämahdollisuuden puute, joka liittyy etenkin turvemaiden kantavuuteen. Kosteina vuosina on olemassa korjuukaluston kantavuuteen liittyvä riski, josta voi aiheutua peltoon painanteita (raiteita), joiden vuoksi kasvusto tulee käytännössä uusia, mutta sitoumusehtojen vuoksi näin ei voida toimia. Toimenpiteestä maksettava korvaus on matala etenkin, kun ala ei voi päällekkäisten korvausten kiellon vuoksi osallistua ekojärjestelmän talviaikaisen kasvipeitteisyyden toimenpiteeseen, jonka korvaustaso on 40–50 euroa hehtaarilta. Perusuran tavoitteen saavuttaminen voi edellyttää sitoumusehtojen lievennystä tai korvauksen korottamista. Toimenpide on aktiivisessa viljelykäytössä olevalle turvemaidelle, etenkin karjatiloilta tarkoitettu toimi, joka voi sivutuotteena hyödyttää myös biokaasutuotantoa.



**WAM1- ja WAM2 skenaarioissa** turvepeltojen nurmien määrä nousee WEM-skenaarion tavoite-tasolta 40 000 ha tasoille 50 000 ha ja 60 000 ha, mikä alentaa merkittävästi yksivuotisten kasvien viljelyalaa kasvihuonekaasuinventaariossa. Sitoutumiseen liittyviä ehtoja on lievennetty ja korvaus-tasoa on korotettu. Tähän antaa mahdollisuuden ja syyn ennallistamisasetuksen toimeenpano, joka on keskeisin osa turvepeltoja koskevista toiminnaista. Turvepelloista on ennallistettava puolet vuoteen 2050, ja tästä korkeintaan kolmannes eli noin 46 000 ha vettämällä. Tästä vettämis-tavoitteesta voidaan 40 % toteuttaa vettämällä muita turvemaita, jolloin vetettävää peltoalaa jää vähintään 28 000 ha eli runsaat 10 % turvepeltojen kokonaisalasta. Tämä tarkoittaa sitä, että turvepelloista lähes 40 % on ennallistettava muilla keinoin vuoteen 2050 mennessä. Koska en-nallistaminen ei tarkoita ihmistoiminnan kokonaan loppumista turvepelloilla, kyseeseen voi tulla myös pysyvä nurmi. Sen tuottama nurmisato on heikompilaatuista kuin viljelykierrossa olevien rehunurmien sato, mikä tulee ottaa huomioon CAP-tukitasoissa. Tällöin yksivuotisia kasveja korkeampi tukitaso pysyville nurmille turvepelloilla voi kannustaa vähentämään yksivuotisten kasvien viljelyä tuntuvasti turvepelloilla, mikä on turvepeltojen nurmet-toimenpiteen tarkoitus.

## LUONNONHOITONURMET

Luonnonhoitopeltojen määrä on pysynyt melko vakaana ohjelmakauden vaihdoksesta huoli-matta ja merkittävä osa luonnonhoitopelloista, joita nykyisin kutsutaan luonnonhoitonurmiksi (nurmipeitteisyys pakollinen), on vakiintunut kyseiseen maankäyttömuotoon.

**WAM1- ja WAM2 skenaarioissa** tuodaan uusi kannustin vedenpinnan nostamiseen turvemaata oleville luonnonhoitonurmille. Tämän toimen rahoitus voi olla osa ennallistamisasetuksen ra-hoitusta tai vastaavaa.

## MONIMUOTOISUUSKESANNOT

Laajaperäisesti viljellyillä turvepelloilla, joilla vesitaloudellisista tai muista syistä ei voida nostaa pohjaveden pintaa, pyritään pitkäaikaiseen kasvipeitteisyyteen. Monimuotoisuuskesannot ovat yksi keino kannustaa tähän, mikä saatetaan katsoa myös ennallistamisasetuksen tavoittelemaksi ennallistamiseksi pelloilla, joilla vedenpinnan nosto ei onnistu.

**WAM1-skenaariossa** pysyville nurmille turvepelloilla kohdistetaan tuntuva monimuotoisuus-palkkio osana ennallistamisasetusta tai vastaavaa. **WAM2-skenaariossa** pysyville nurmille kaikilla maalajeilla kohdistetaan tuntuva monimuotoisuuspalkkio.

WAM1 ja WAM2 edellyttävät CAP-rahoituksen osalta rakennemuutosta, jossa tuotannosta irrotettu-jen tukien summaa alennetaan hitaasti ja varoja kohdistetaan ilmasto- ja ympäristötoimenpiteisiin. Samaan aikaan tuotannosta irrotetun tuen maltillinen alentaminen edesauttaa rakennekehitystä ja poistaa peltomarkkinoihin liittyviä lukkoja, joka osittain helpottaa aktiiviviljelijöiden sopeutu-mista tukitason muutoksiin. Pinta-alatuen väheneminen liittyy myös mahdolliseen Ukrainan EU-jäsenyyteen, jonka myötä budjettiallokaation on siirryttävä pinta-alatuista kohti toimenpide- ja tulosperusteisia tukimuotoja.

Tuotannosta irrotetun pinta-alatuen nopea ja merkittävä alentaminen vähentää kuitenkin kasvin-viljelyn tuottoja erityisesti maataloilla, jotka tuottavat melko alhaisen hintatason kasvituotteita, kuten rehuviljaa. Tällöin peltoa voisi jäädä Suomessa viljelemättä erityisesti maataloilla, joilla kannattavuus on ennestään heikko ja alueella on vähän tai ei lainkaan kilpailua pellosta.

## 4. HIILIMARKKINOIDEN KEHITYSNÄKYMÄT JA NIIDEN TUOMAT MAHDOLLISUUDET

### TIIVISTELMÄ:

*EU:n hiilisertifiointipäätös helmikuussa 2024 avaa näkymän sille, että maatalous voisi osallistua eri toimilla, myös maankäyttösektorin toimilla, vapaaehtoisille hiilimarkkinoille. Ehtona on, että päästövähennystoimet olisivat vaikuttavuudeltaan vähintään 5-vuotisia. Muut keskeiset kriteerit päästövähennyksille ovat laskettavuus (todennettavuus), lisäisyys, pysyvyys ja kestävyys. Nämä kriteerit voivat täytyä maatalouden päästövähennystoimilla eri asteisesti. Maatalouden päästövähennystoimien soveltuvuutta arvioitiin näitä kriteerejä vasten. Lisäksi otettiin huomioon eri toimien kustannusvaikuttavuus ja käypä soveltamisala ja sitä kautta potentiaalinen päästövähennys Suomessa. Lisäksi huomioitiin se, ovatko eri toimenpiteet mukana Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmassa (MISU). Tulosten mukaan turvemaiden päästövähennystoimet toteuttavat melko hyvin ja maatalouden toimista keskimäärin parhaiten em. kriteerit. Turvemaiden päästövähennykset ovat kiistattomia, jos pohjaveden pintaa nostetaan ja todentaminen voi tapahtua jo vedenpinnan mittaamisen perusteella (todennettavuus). Lisäisyys toteutuu myös, koska etenkin pohjaveden pinnan nosto on nykyisin melko heikosti kannustettua. Turvemaiden toimet eivät kuitenkaan aina ole välttämättä täysin pysyviä, eli esim. vettäminen voidaan peruuttaa, tai nurmipeitteinen turvepelto voidaan kyntää yksivuotisten kasvien viljelyyn. Molemmissa tapauksissa em. keinoilla maassa pidetty hiili pääsee ilmakehään hiilidioksidina tai dityppioksidina. Myös lehmien metaanipäästöjä vähentävän 3NOP-lisäaineen käyttö näyttäisi toteuttavan melko hyvin em. kriteerit, mutta kustannustehokkuus on turvemaiden toimia heikompi. Samoin on heikkotuottoisten turve- ja kivennäismaiden peltojen metsittämisen osalta, koska viive istuttamisesta metsän vahvaan kasvuun ja hiilensidontaan on pitkä mutta kustannukset toteutuvat etupainotteisesti ja voivat olla ennakoituja suurempia (tuottojen ja kustannusten diskonttaus). Markkinoiden tulisi toimia niin, että eri päästövähennystoimien erilaiset heikkoudet kriteerien täyttymisessä hinnoiteltaisiin, ja että kysyntä ja tarjonta kohtaisivat ns. like-for-like-periaatteella, eli että tietynlaisia päästöjä kompensoitaisiin ostamalla samantyyppisiä päästövähennyksiä kuin päästöjä on aiheutettu.*

*Petteri Orpon hallitusohjelmassa esitetään käyttöönotettavaksi jakeluvelvoitteen joustomekanismia, joka laajentaa velvoitteen täyttöön soveltuvia toimia. Joustomekanismin avulla polttoaineen jakelija voisi täyttää velvoitettaan rahoittamalla taakanjakosektorin ja maankäyttösektorin lisäisiä päästövähennystoimenpiteitä 5,5 %-yksikön tasolle asti. Työ- ja elinkeinoministeriön valmistelussa luonnoksessa joustomekanismia sovellettaisiin ensisijaisesti taakanjakosektorilla, mutta maankäyttösektorin toimenpiteitä olisi mahdollista sisällyttää mekanismiin korkeintaan 1,0 %-yksikön verran vuosittain. Esitysluonnoksessa oleva 1 %-yksikön rajoite maankäyttösektorin toimenpiteille, yhdessä päästövähennyksen kaksinkertaisuusvaatimuksena kanssa vastaa karkeasti 200 000 t CO<sub>2</sub>-ekv. päästövähennystä. Tämä vähennys voitaisiin kokonaisuudessa täyttää jo pelkästään turvepeltojen vettämistöimenpiteillä, joilla päästään 10-20 t CO<sub>2</sub> ekv./ha suuruiseen päästövähennykseen saavutettavasta pohjavedenpinnan korkeudesta (10-30 cm maan pinnan alapuolella) riippuen. Tällöin 200 000 t CO<sub>2</sub>-ekv. suuruisen päästövähennyksen tuottamiseen tarvittaisiin 10 000 – 20 000 ha vetettyä turvepeltoalaa, mikä on vain osa n. 60 000 ha vettämisalasta arvioidusta turvepeltoalasta. Mikäli joustomekanismia voisi täyttää koko laajuudessaan myös maankäyttösektorin toimenpiteillä, olisi turvemailta löydettävissä pitkällä aikavälillä päästövähennyksiä eri keinoin joustomekanismin ylärajaan (5,5 %-yksikköä) asti. Vettämisestä lisäksi kyseeseen tulisi säätösalaajitus, jolloin markkina toisi viljelijälle kannustimen pitää vedenpinta esim. noin 30 cm vuosikeskiarvon tasolla (peltotöiden aikana pohjavedenpinta voi olla alempi), mikä voisi jo tuoda noin 10 t CO<sub>2</sub>-ekv./ha päästövähennyksen. Käytännössä*

*jakeluvaihtoehtojen joustomekanismi tuo mukanaan todennettavuus- ja mittausvaatimuksia, jotka nostavat toimenpiteiden kustannuksia. Näiden merkitys voi olla kustannuksen kannalta merkittävä, eikä kannattavuus viljelijälle ole taattu. Mahdollisuuksia kustannustehokkaisiin ja ympäristön kannalta monihyötyisiin toimiin ja päästövähennyksiin maataloudessa kuitenkin on, ja niitä voidaan toteuttaa ilman haittaa maataloustuotannolle.*

## **EU:N HIILISERTIFIOINTIPÄÄTÖS AVAA MAHDOLLISUUKSIA**

Euroopan unionin hiilenpoistojen sertifiointikehikon asetuksesta saatiin poliittinen sopu helmikuussa 2024 (CRCF-asetus; European Council 2024). Asetus antaa tukea hiilimarkkinoihin liittyvien toimien edistämiseksi. Hiilenpoistot tarkoittavat keinoja poistaa hiilidioksidia ilmakehästä niin maa- ja metsätalouden ja muun maankäytön hiilensidonnalla kuin teknologisin menetelmin. Sertifiointi on tarkoitus luoda viitekehys EU:n jäsenvaltioiden ilmastoyksiköiden tuotannolle, menetelmille ja kaupankäynnille.

Hiilenpoistoja koskevan sertifiointikehityksen tavoitteena on kannustaa maanomistajia ja teollisuutta innovatiivisten ratkaisujen käyttöön hiilidioksidin talteenotossa, kierrätyksessä ja varastoinnissa sekä varmistaa hiilenpoistojen kestävyys ja laadukkuus. Asetuksella pyritään luomaan puitteet ilmastoyksiköiden lisäisyyden, pysyvyyden, kaksoislaskennan ja muiden ilmastoyksiköihin liittyvien tunnistettujen haasteiden yhteismitalliselle käsittelylle EU:ssa. Tällä luodaan pohjaa EU:n sisäiselle vapaaehtoiselle hiilimarkkinalle.

Sertifiointikehikkoon kuuluvat myös hiiliviljelyllä aikaansaavat maaperään liittyvät päästövähennykset. Hiiliviljelykäytäntöjen avulla maanomistajat voivat saada tuloja vastineena maa- ja metsätaloudessa tuotetusta hiilensidonnasta, tai maaperän päästöjen vähentämisestä esim. turvemaidilla. Hiiliviljelytoimenpiteiden vaikutusten tulee kestää vähintään viisi vuotta, jotta niillä aikaansaatuja poistoja, päästövähennyksiä ja varastoja voidaan sertifioida. Lisäksi hiilenpoistojen sertifiointikehikkoon kuuluvat useita satoja vuosia pysyvät hiilenpoistot ja määräaikaisten varastot pitkäikäisissä hiiltä sitovissa tuotteissa. Komissio luo neljän vuoden kuluttua EU-tason rekisterin tuotetuille yksiköille. Sitä ennen sertifiointiohjelmien tulee tarjota avointa ja luotettavaa tietoa sertifioiduista yksiköistä.

Sertifiointikehityksessä on neljä kategoriaa:

- hiilen pysyvä poisto ilmakehästä (teknologiset nielut)
- tilapäiset hiilivarastot pitkäkestoisissa tuotteissa
- tilapäiset luontopohjaiset maankäytön hiilivarastot, kuten hiiliviljely
- maaperän päästöjen vähentäminen

Olennaista on se, että EU:n yhteiset säännöt tekevät markkinoilla tuotettavista yksiköistä hyväksyttävistä ja yhteismitallisista. Yhtenäisen sääntelyn puuttuessa vapaaehtoisella hiilimarkkinalla on ollut epärointiä sekä Suomessa että kansainvälisesti. Yritykset ovat olleet epävarmoja, voivatko ne käyttää oman ilmastotavoitteensa saavuttamiseen ilmastotoimia, jotka sisältyvät myös kansallisiin ilmastotavoitteisiin.

EU:n hiilenpoistojen sertifiointikehityksessä tuotettujen yksiköiden tulee auttaa unionia ja sen jäsenmaita saavuttamaan Pariisin sopimuksen mukaiset tavoitteensa. EU kannustaa käymään kauppaa ilmastoyksiköillä, jotka lasketaan sen ja sen jäsenmaiden tavoitteisiin.

EU:n hiilenpoistojen sertifiointikehitys erottaa pysyvät teknologiset nielut tilapäisistä luontopohjaisista maankäytön nieluista. Lisäksi se määrittelee, että hiilintätoimiin liittyvät suorat ja

välilliset kasvihuonekaasupäästöt toiminnan koko elinkaaren ajalta tulee mitata ja huomioida ilmastoyksiköiden laskennassa. Näihin kuuluvat myös hillintätoimiin liittyvä epäsuora maankäytön muutos sekä siitä seuraava hiilivuoto.

Tilapäisiltä, hiiliviljelyyn perustuvilta, joko varastoja tuottavilta tai päästöjä vähentäviltä toimilta vaaditaan vähintään viiden vuoden kesto. Tämän jälkeen ilmastoyksikkö nollautuu automaattisesti, ellei toimenpiteen jatkumista varmisteta ja sertifioida. Tuotteisiin perustuvilta hiilivarastoilta vaaditaan 35 vuoden kesto.

Turvemaiden maaperän päästöjen vähentäminen, jota voidaan kutsua myös yhdenlaiseksi hiiliviljelyksi, tarjoaa Suomelle merkittävän hillintäpotentiaalin hiilimarkkinoilla. Suomessa suometsien ja turvepeltojen päästöjen vähentämistoimilla on suuri hillintäpotentiaali. EU-asetuksen käsittelyn aikana täsmennettiin, että EU:n hiilenpoistojen sertifiointikehykseen kuuluvat myös hiiliviljelyllä aikaansaavat maaperään liittyvät hiili- ja typpioksiduulipäästöjen vähentäminen sekä maa- että metsätaloudessa.

Hiiliviljelyyn perustuvien toimien pitää kuitenkin tuottaa ilmastohyötyjen lisäksi myös muita ympäristöhyötyjä. EU:n hiilenpoistojen sertifiointikehyksen laatukriteereiden mukaan hiiliviljelyn pitäisi tuottaa yhteishyötyjä, jotka edistävät ainakin biologista monimuotoisuutta sekä ekosysteemien suojelun ja ennallistamisen tavoitteita. Hillintätoimilta vaadittavat lisätoimet saattavat tuottaa merkittäviä ympäristöhyötyjä parantaen esimerkiksi vesistöjen tilaa, lisäten luonnon virkistysarvoja ja hyödyttäen paikallisia elinkeinoja.

Koska erilaisia hiilenpoistoja ja päästövähennyksiä on erilaisia, on esitetty, että ilmastoyksiköiden käytössä noudatettaisiin ns. Like-for-like-periaatetta. Tätä periaatetta ei vaadita CRCF-asetuksessa, mutta sen noudattaminen olisi tarpeellista. Tällöin kysyntä ja tarjonta vastaisivat päästöjen ja niiden vähentämisen pitkäikäisyyden osalta toisiaan. Tällä estettäisiin osin myös viherpesua, eli että esim. lyhytkestoisilla ilmastotoimilla kompensoitaisiin pitkäaikaisia aiheutettuja päästöjä. Tämän periaatteen mukaan yritykset voisivat kompensoida pitkäikäisiä, kuten fossiilisia kasvihuonekaasupäästöjä pelkästään pysyvien hiilivarastojen tuottamisella. Vastaavasti ilmastovaikutukseltaan lyhytkestoisia päästöjä, kuten metaanipäästöt ja väliaikaisten maankäytön muutosten tuottamat hiilidioksidipäästöt, voitaisiin kompensoida väliaikaisilla, esimerkiksi hiiliviljelyn tuottamilla hiilivarastoilla, tai vähentämällä maaperän päästöjä. Eri hillintätoimenpiteiden määrittely ja selkeä erottelu toisistaan osana ympäristöväittämiä koskevaa lainsäädäntöä tekee mahdolliseksi maankäyttösektorin toimenpiteiden sisällyttämisen vapaaehtoisten hiilimarkkinoiden piiriin (Matthews ym. 2023). Esimerkiksi lisätty hiili kivennäismaihin on pois ilmakehästä, ainakin väliaikaisesti, ja hiilen palaamista ilmakehään voidaan hidastaa ja osin estää, Lötjönen ym 2024). Vaikka Suomessa ei vielä olekaan hiilimarkkinoita säätelevää lainsäädäntöä, tämä EU-asetus antaa vahvan tuen kotimaisten toimien edistämiseen.

## **ARVIO MAATALOUDEN PÄÄSTÖVÄHENNYSOIMIEN SOVELTUVUUDESTA EU:N TULEVILLE HIILIMARKKINOILLE**

Jotta maatalous voisi osallistua tulevaisuudessa EU:ssa hiilimarkkinoille eri toimenpitein, eri toimenpiteiden, joiden soveltuvuutta markkinoille on syytä arvioida. Keskeiset kriteerit ovat laskettavuus ('quantification'), lisäisyys ('additivity'), pysyvyys ('long-term storage') ja kestävyys (sustainability). Lisäksi seuraavassa arviossa otetaan huomioon eri toimien kustannusvaikuttavuus ja käypä soveltamisala ja sitä kautta potentiaalinen päästövähennys Suomessa. Lisäksi huomioidaan se, ovatko eri toimenpiteet mukana Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmassa (MISU), joka lähinnä ilmaisee julkisen vallan tahtotilaa nähdä eri toimenpiteiden soveltamista kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi, mutta ei takaa niiden toimeenpanoon tarvittavaa rahoitusta. Näin ollen MISU:un kuuluminen ei vie pohjaa pois siltä, että eri toimenpiteillä voisi



osallistua EU:n hiilimarkkinoille, eli lisäisyys ei kumoudu sillä, että toimenpide on mainittu mahdollisine soveltamisaloineen MISU:ssa. Päinvastoin voidaan nähdä, että toimenpiteen kuuluminen MISU:un on perustellusti nähty tavoiteltavana ja potentiaalisena mahdollisuutena vähentää kasvihuonekaasupäästöjä.

Liitteen 2 taulukossa L2.1 on arvioitu etupäässä maatalouden maankäyttösektorin päästöjä vähentäviä toimenpiteitä. Niistä ensimmäinen on heikkosatoisten turvepeltojen muuttaminen padotuksin pysyvästi tai lähes pysyvästi kosteikoiksi, joilla pohjavedenpinta on vain 5-10 cm maanpinnan alla. Tällöin saavutetaan suuri noin 20 t/CO<sub>2</sub> ekv. vähennys kasvihuonekaasupäästöissä hehtaarilta verrattuna tilanteeseen, jossa pohjaveden pinta on hyvin ojitetulla pellolla yli 50 cm syvyydessä. Suuren päästövähennyksen vahvistavat monet tutkimukset, joiden tulosten perusteella märkien turvemaiden matalat päästöt tunnustetaan myös virallisessa kasvihuonekaasuinventaariossa (<https://stat.fi/tup/khkinv/index.html>).

Tämä toimenpide, turvepeltojen muuttaminen korkean vedenpinnan kosteikoiksi, täyttää siis laskettavuuden kriteerin, ja toimenpide ja sen ilmastovaikutus voidaan todentaa pohjaveden pinnan mittauksella ilman tarvetta tarkempiin kasvihuonekaasujen päästömittauksiin pellolla. Tämä toimi on myös lisäinen, koska se ei kannata viljelijälle ilman lisätukia tai -palkkioita perustamiskustannusten ja tulonmenetyksen vuoksi. Toimen piirissä oleva pelto ei myöskään ole oikeutettu maataloustukiin, ellei sillä viljellä tukikelpoisia kosteikkokasveja, kuten ruokohelpeä. Tukikelvottomia kasveja ovat mm. osmankäämi ja rahkasammal. Tämä toimenpide on myös todennäköisimmin pitkäaikainen, koska kerran perustetun kosteikon kulut voivat olla jo melko suuret hehtaaria kohden, kuten myös erilaisten padotusten ja vesien virtaamien muutostyöt, jos kosteikko halutaan myöhemmin palauttaa hyvin kuivatetuksi pelloksi.

Vaikka korkean vedenpinnan vettämisen perustamiskustannukset voivat olla suuret, niin ovat päästövähennyksetkin, samalla kun vuotuiset hoitokustannukset voivat olla pienet. Toimenpide on siis varsin kustannusvaikuttava päästövähennyskustannusten ollessa todennäköisimmin alle 20 €/t CO<sub>2</sub> hehtaaria kohden, ellei pelto ole ennestään maatilan tuotannolle tärkeä ja satoisa, jolloin peltoa ei lähtökohtaisesti kannata vettää kosteikoksi.

Toimenpide on mukana MISU:ssa, jossa sille on ajateltu noin 12 500 ha soveltamisalaa vuoteen 2050. Hydrologisessa mielessä (veden riittävyys ympäristössä riittäväksi arvioitu, jotta korkea vedenpinta on mahdollinen) vettämiskelpoisia paksuturpeisia, turvekerrokseltaan yli 60 cm paksuisia, viljelysmaita on arvioitu Suomessa olevan yli 30 000 ha. Tämä arvio on tehty Turvepeltojen käytön tiekartta-hankkeessa keväällä 2024. Aineistona on käytetty MaaTu-hankkeessa (Maatalousmaidan turvetieto; Räsänen T.A. ym. 2023) luotua aineistoa ja arvioitu vettämiskelpoisuutta. Turvepeltotiekartta-hankkeen maakunnalliset vaihtoehtoiset muutospolut turvepeltojen tulevalle käytölle raportoidaan lokakuussa 2024; on toistaiseksi julkaisematon).

Näin ollen tämän toimenpiteen päästövähennyspotentiaali on noin 0,6 Mt CO<sub>2</sub> ekv. Toimeenpano voi kuitenkin olla hidasta monista eri syistä, kuten mahdolliset haitat ympäröivälle maankäytölle, jonka vuoksi täyden potentiaalin saavuttaminen on epävarmaa.

Kaikkiaan Suomessa arvioidaan olevan yli 60 000 ha vettämiskelpoisia turvemaita. Jos edellisen toimenpiteen potentiaalisena alana voidaan pitää 30 000 ha alaa, vastaavaa alaa voidaan ajatella myös matalamman pohjaveden pinnan (30 cm alle maan pinnan tason vuoden aikana keskimäärin) kosteikkoviljelyyn, tai säätösaloitukseen.

Säätösaloitus täyttää sekin selvästi todennettavuuden ja lisäisyyden kriteerit: Vedenpinta voidaan mitata (kohtuukustannuksin, ks. Liite 1), ja nykyiset (vuosi 2024) kannustimet pohjaveden pinnan nostoon ovat vähäiset. Vaikka säätösaloitusta tuetaan investointituin (40 % tukitaso

tukikelpoisista kustannuksista) ja pienellä vuosittaisella hoitopalkkiolla, mitään velvoitetta pohjaveden pinnan nostoon tai sen tason seuraamiseen ei ole. Pääsy hiilimarkkinoille toisi tähän selvän kannustimen, joka nyt puuttuu. Kestävyys-kriteeri täyttyy myös sääätosalajoituksen osalta, koska se vähentää ravinnehuuhtoumia (jos pohjaveden pintaa pidetään ylhäällä edes osan vuodesta; Äijö ym. 2023) ja parantaa kuivatustehoa, joka puolestaan edistää oikea-aikaista pellolle pääsyä maatalouskoneilla ja siten satoisuutta. Sen sijaan pysyvyys on sääätosalajoituksen osalta epävarmaa: Jos kannustin pohjaveden pinnan ylläpitoon loppuu, maassa pidetty hiili voi päästä ilmakehään hiilidioksidina ja dityppioksidina, ts. aikaansaadut päästövähennykset voivat kumoutua myöhemmin. Sama heikkous on myös turvepeltojen pitäminen monivuotisilla kasveilla (nurmina) yksivuotisten kasvien sijasta, ja sen kustannusvaikuttavuus on selvästi alempi kuin sääätosalajoituksella, jonka päästövähennyskustannukseksi on arvioitu 20-30 €/t CO<sub>2</sub> ekv. (Purola&Lehtonen 2022).

Hiiliviljely kivennäismailla (Taulukko L2.2 liitteessä 2) on ilmastonmuutokseen sopeutumisen kannalta ja maaperän ravinnepäästöjen kannalta suositeltava ja kestävyttä edistävä toimi. Sen sijaan lisäisyys voi jäädä heikosti perustelluksi em. syistä, koska tuottavat myös hyötyä viljelijälle. Päästövähennyskustannus voi olla korkea, jos viljelijä joutuu muuttamaan tuotantosuunnitelmiaan tai hankkimaan lisää peltomaata hiiliviljelytoimien vuoksi esimerkiksi tilanteessa, jossa kaikki tilan peltoala on jo varattuna päätuotteiden kuten esim. sika- ja siipikarjatuotantoon tai erikoistuneeseen kasvinviljelyyn. Vaikka päästövähennys per ha on pieni ja heikosti pysyvä, jos viljely muuttuu myöhemmin yksipuoliseksi, hiilensidontan ja päästövähennyksen kokonais-potentiaali on huomattava koska kivennäismaiden pinta-ala on suuri.

Heikkotuottoisten turve- ja kivennäismaiden peltojen metsittäminen on potentiaalisesti merkittävä päästövähennystoimi hehtaaria kohden tarkasteltuna ja hyväksymällä päästövähennysten hidas toteutuminen. Kustannustehokkuus on todennäköisesti aluksi heikko, koska viive istuttamisesta metsän vahvaan kasvuun ja hiilensidontaan on pitkä mutta kustannukset toteutuvat etupainotteisesti ja voivat olla ennakoituja suurempia (tuottojen ja kustannusten diskonttaus pienelläkin korolla kärjistää tuottojen ja kulujen epäsuhtaa). Toimi voi olla kestävyttä edistävä monihyötyinen ja metsäkatoa kompensoiva toimi. Se voi olla mielekäs viljelijälle, jos peltolohko on kaukana tilakeskuksesta ja heikkotuottoinen.

3NOP-lisäaineen käyttö lypsylehmien ruokinnassa (taulukko L2.3 liitteessä 2) ei ole kustannustehokkuudeltaan turvemaiden toimien veroinen päästövähennystoimi, mutta sitä voidaan pitää vahvaa ulkomaiseen ja kotimaiseen tutkimusnäyttöön perustuen todennettavana, lisäksi (ei kannata ilman lisäpalkkiota) ja pysyvänä, koska aiemmin jo vähennetty metaanipäästö ei joudu ilmakehään, vaikka aineen käyttö lopetetaan.

Yhteenvedon voidaan todeta, että turvepeltojen toimet nousevat vahvasti esille punnittaessa eri toimia eri kriteerejä vasten (taulukko L2.4). Joidenkin toimenpiteiden suhteen on arvioissa epävarmuutta ja tietoaukkoja, joita tulisi täyttää jatkotutkimuksissa.

## **MAHDOLLISUUDET LIITTYEN JAKELUVELVOITTEEN JOUSTOMEKANISMIIN**

### **JAKELUVELVOITTEEN JOUSTOMEKANISMI**

Petteri Orpon hallitusohjelmassa (Valtioneuvosto, 2023) esitetään käyttöönotettavaksi jakeluvelvoitteen joustomekanismia, joka laajentaa velvoitteen täyttöön soveltuvia toimia. Joustomekanismin avulla fossiilisen polttoaineen jakelija voisi täyttää velvoitettaan rahoittamalla taakanjakosektorin ja maankäyttösektorin lisäisiä päästövähennystoimenpiteitä 5,5 %-yksikön tasolle asti. Päästövähennystoimi hyväksytään jakeluvelvoitteeseen seuraavana vuotena siitä

kalenterivuodesta, jonka aikana päästövähennystoimen kasvihuonekaasupäästövähennemä on luotettavasti todennettu toteutetuksi. Jakelijan on annettava todentajalle toimeksianto tarkastaa, että toteutettu päästövähennystoimi vastaa Energiaviraston hyväksymää päästövähennystoimea. Tämä nopeasti todennettujen päästövähennysten vaatimus sulkee pois tai tekee ainakin vaikeaksi sisällyttää jakeluvuorituksen joustomekanismiin päästövähennystoimia, joiden päästövähennysvaikutus toteutuu hitaasti, kuten metsitys. Sen sijaan turvemaiden vettäminen tai yksivuotisten kasvien viljely niillä, 3NOP-lisäaineen käyttö nautojen ruokinnassa, tai muu toimenpide, joilla on lähes välitön päästövähennysvaikutus, voisivat olla soveliaita.

Työ- ja elinkeinoministeriön valmistelemissa luonnoksessa (TEM, 2024) joustomekanismia sovellettaisiin ensisijaisesti taakanjakosektorilla, mutta maankäyttösektorin toimenpiteitä olisi mahdollista sisällyttää mekanismiin korkeintaan 1,0 %-yksikön verran vuosittain. Lisäksi luonnoksessa esitetään, että joustomekanismin kautta hyväksyttävien päästövähennystoimenpiteiden tulisi tuottaa kaksinkertainen päästövähennys suhteessa dieselin kasvihuonekaasupäästöön. Käytännössä joustomekanismin avulla toteutettavat toimenpiteet täyttäsivät siis jakeluvuoritetta 0,5 -kertaisena. Tämä tarkoittaisi, että joustomekanismin kautta on mahdollista rahoittaa 1,1 Mt CO<sub>2</sub> ekv. päästövähennystoimenpiteitä vuosittain, josta 0,9–1,1 Mt kohdistuisi taakanjakosektorille ja korkeintaan 0,2 Mt maankäyttösektorille. Luonnoksen perusteluissa esitetään, että joustomekanismin käyttöä voidaan tulevaisuudessa laajentaa, mikäli kokemukset mekanismin ensimmäisiltä vuosilta ovat hyviä. Huomattavaa on, että joustomekanismiin liittyvä luonnos on vielä lausuntokierroksella ja voi näin ollen muuttua ennen eduskunnan hyväksyntää ja voimaantuloa.

## MAATALOUDEN TOIMENPITEET JOUSTOMEKANISMISSA

Maatalouden merkittävimmät ja halvimmat päästövähennystoimenpiteet löytyvät maankäyttösektorilta, erityisesti heikkotuottoisilta turvepeltolohkoilta. Kuviossa 4.1. on esitelty eräitä maatalouden päästövähennystoimenpiteitä, jotka voisivat sisältyä jakeluvuorituksen joustomekanismiin. Kuvioista huomataan, että erityisesti kokonaisuudessa turvepeltojen vettäminen, kosteikkoviljely, ja vedenpinnan nosto säättösaloajituksen avulla päästövähennyskustannus on välillä 10–30 €/t CO<sub>2</sub> ekv, ilman mittaamisen ja todentamisen kustannuksia. Turvepeltojen pohjaveden mittaamisen kustannukseksi voidaan arvioida noin 35 €/ha vuodessa eli noin 3,5 €/t CO<sub>2</sub> ekv. vuodessa (LIITE 1), mutta tämä ei kata vielä kaikkia todentamisveloitteeseen liittyviä kustannuksia.

Esitysluonnoksessa oleva 1 %-yksikön rajoite maankäyttösektorin toimenpiteille, yhdessä päästövähennyksen kaksinkertaisuusvaatimuksena kanssa vastaa karkeasti 200 000 t CO<sub>2</sub> ekv. päästövähennystä. Tämä vähennys voitaisiin kokonaisuudessa täyttää jo pelkästään turvepeltojen vettämistoimenpiteillä, joilla päästään 10–20 t CO<sub>2</sub> ekv./ha suuruiseen päästövähennykseen saatavuttavasta pohjavedenpinnan korkeudesta (10–30 cm maan pinnan alapuolella) riippuen. Tällöin 200 000 t CO<sub>2</sub> ekv. suuruiseen päästövähennyksen tuottamiseen tarvittaisiin 10 000 – 20 000 ha vetettyä turvepeltoalaa. Tällaisen peltoalan löytäminen ja vettäminen on todennäköisesti kuitenkin useamman vuoden kestävä urakka, mutta 10 000 ha ala on mahdollista vettää jo muutaman vuoden aikana, jos sopivat, alueen maanomistajille hyväksyttävät ja hydrologisesti vettämiskelpoiset kohteet ovat jo ennestään tiedossa ja toteutukselle tehdään pätevä suunnitelma.

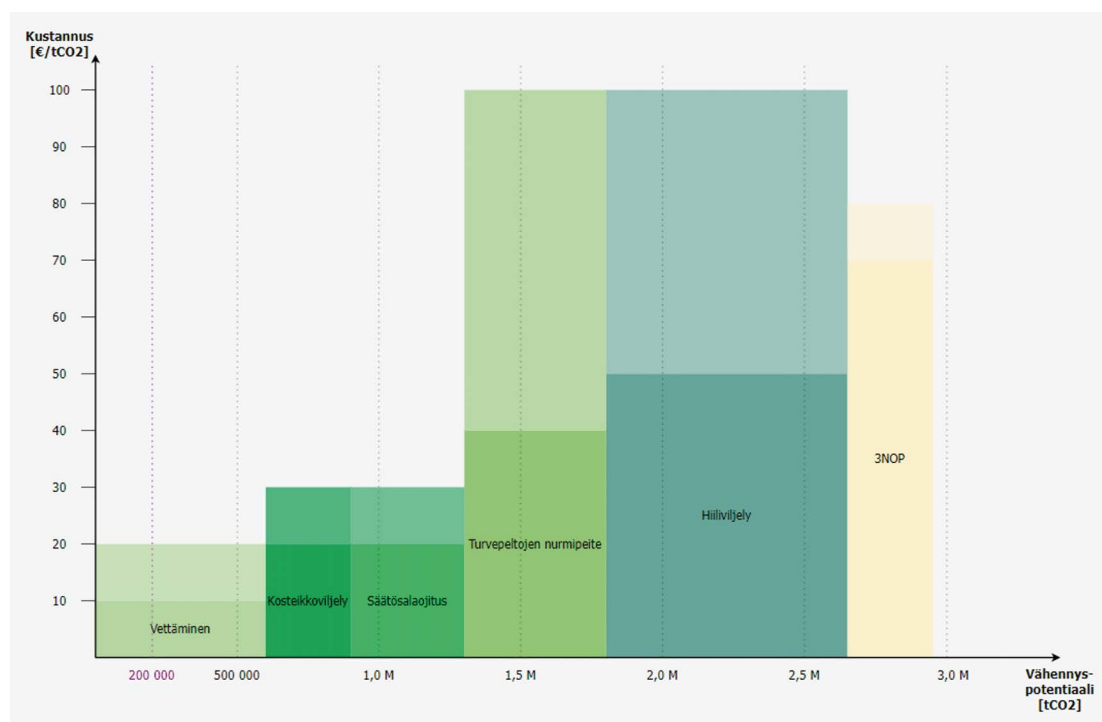
Mikäli joustomekanismia voisi täyttää koko laajuudessaan myös maankäyttösektorin toimenpiteillä, olisi turvemailta löydettävissä pitkällä aikavälillä päästövähennyksiä eri keinoin joustomekanismin ylärajaan (5,5 %-yksikköä) asti. Vettäminen lisäksi kyseeseen tulisi säättösaloajitus, jolloin markkina toisi viljelijälle kannustimen pitää vedenpinta esim. noin 30 cm vuosikeskiarvon tasolla (peltotöiden aikana pohjavedenpinta voi olla alempi), mikä voisi jo tuoda noin 10 t CO<sub>2</sub> ekv./ha päästövähennyksen. Lisäksi turvepeltojen nurmipeite yksivuotisten kasvienviljelyn sijaan voi

tuottaa noin 10 t CO<sub>2</sub> ekv/ha päästövähennyksen, mutta tällä on laajassa mitassa toteutettuna todennäköisesti yli 50 €/t CO<sub>2</sub> ekv. kustannus. Nämä toimet olisivat selvästi lisäisiä toimia, jotka eivät nykyisessä asetelmassa ole viljelijälle kannattavia ilman lisäkannustimia.

Kivennäismaiden hiiliviljely on ilmastonmuutokseen sopeutumista ja tuottavuutta pitkällä aikavälillä edistävä toimi. Jos kuitenkin vaaditaan lisäisyyttä ja vähintään viiden vuoden ilmastovaikutuksia, päästövähennyskustannukset ovat em. turvepeltojen toimia suurempia ja sisältävät suurempaa hintavaihtelua tapauskohtaisesti. Kivennäismaiden hiiliviljelyllä on suuri soveltamispotentiaali eli ala, jolla yksivuotisten kasvien viljelyssä voidaan soveltaa hiiliviljelyä eri muodoissaan, on lähes 1,5 miljoonaa hehtaaria, eli kivennäismaiden kokonaisala (2 milj. ha) vähennettynä nurmi-tuotannossa olevalla pinta-alalla.

Lehmien ruuansulatukseen vaikuttavan 3NOP-lisäaineen etuna on päästövähennysten kohdistuminen taakanjakosektorille. Vaikka toimenpiteen arvioitu kustannus (n. 1 c/maitolitra; yli 70 €/t CO<sub>2</sub> ekv.) on korkeampi kuin esimerkiksi turvemaiden toimenpiteiden, ei nykyinen esitysluonnos rajoita sen käyttöä samalla tavalla kuin turvemaidella. Toimi on myös selvästi lisäinen, eli nyky-asetelmassa viljelijän ei kannata 3NOP-lisäainetta käyttää.

Käytännössä jakeluvelvoitteen joustomekanismi tuo mukanaan todennettavuus- ja mittaus vaatimuksia, jotka nostavat toimenpiteiden kustannuksia. Näiden merkitys voi olla kustannuk-sen kannalta merkittäväkin, mutta esimerkiksi turvemaiden vedenpinnan mittaaminen voi olla kohtuuhintaisenakin luotettavaa (liite 1).



**Kuva 4.1.** Eräiden maatalouden ilmastotoimenpiteitä järjestettynä päästövähennyksen kustannuksen ja suurimman mahdollisen toteuttamislaajuuden (WAM2-skenaario) mukaan. Päästövähennystoimenpiteiden hintahaitari on merkitty kuviossa haaleammalla värillä lattiahinnan päälle. Skenaariossa WAM1 turvepelto-toimien saavutettava päästövähennyspotentiaali jäisi noin kolmanneksen pienemmäksi, ja kivennäismaiden hiiliviljelyn toimien ilmastovaikutus jäisi noin puoleen WAM2-skenaarioon verrattuna.



## 5. HIILEN SIDONTA KIVENNÄISMAIHIN

### TIIVISTELMÄ:

*Kivennäismaita on aktiivisessa maatalouskäytössä noin 2 milj. ha eli lähes 90 % peltoalasta. Tästä noin 0,5 milj. ha on rehunurmialana ja noin 1,5 milj. ha pääosin yksivuotisten kasvien viljelyssä. Lähtötilanteessa 2024 kivennäismaalajeja olevat pellot ovat hiilen lähteitä ja vuotuisen hiilidioksidipäästön arvioidaan olevan vähintään noin 0,5 Mt CO<sub>2</sub> ekv. Monipuolisempia viljelykiertoja saavutetaan WEM-skenaariossa jossain määrin lisäämällä mm. palko- ja öljykasvien viljelyä sekä lisäämällä viherlannoitusnurmia, monimuotoisuusnurmia ja käyttämällä enemmän kerääjä- ja saneerauskasveja, joita tuetaan CAP-kaudella 2023-2027. Tällöin saavutetaan noin 5 %:n hiilisyötteen kasvu kivennäismaihin, joka ei vielä riitä muuttamaan kivennäismaita hiilen lähteestä nieluksi, vaan kivennäismaiden hiilidioksidipäästö olisi noin 0,1 Mt CO<sub>2</sub> ekv. vuodessa. WAM1-skenaariossa viljelykiertoja monipuolistetaan vähän enemmän tuottamalla enemmän palko- ja öljykasveja sekä käyttämällä enemmän kerääjä- ja saneerauskasveja kuin WEM-skenaariossa. Tällöin kivennäismaiden hiilisyötettä kasvatetaan 10 % vuoteen 2035 mennessä, lisäten hiiltä kivennäismaihin nettomääräisesti noin 90 kg C/ha keskimäärin kivennäismaihin vuodessa. Tällöin kivennäismaat olisivat pieni hiilen nielu noin 0,16 Mt CO<sub>2</sub> ekv. vuodessa, nettovaikutus lähtötilanteeseen noin 0,66 Mt CO<sub>2</sub> ekv. vuodessa vuoteen 2035 ja sen jälkeen. WAM2-skenaariossa kivennäismaiden hiilisyöte kasvaisi noin 20 % 2015-2035. Nettovaikutus lähtötilanteeseen olisi noin 0,95 Mt CO<sub>2</sub> ekv. vuodessa ja vuotuinen hiilinielu noin 0,45 Mt CO<sub>2</sub> ekv. vuodessa.*

Kivennäismaaperän hiilensidontan tavoitteiden taustalla on hyödynnetty viimeaikaista tutkimuskirjallisuutta (Tao ym., 2023), jossa on otettu huomioon ilmaston lämpenemisen vaikutukset hiilidioksidin vapautumiseen kivennäismailta samalla, kun maan hiilisyötettä lisätään. Laajoihin aineistoihin perustuvien tutkimusten mukaan kivennäismaalajien pellot ovat hiilen lähteitä ja vuotuisen hiilidioksidipäästön arvioidaan olevan vähintään noin 0,5 Mt CO<sub>2</sub> ekv. (Heikkinen ym. 2013, 2022; tässä voi olla vuotuista vaihtelua mm. sääolojen vuoksi). Turvemaiden hiilen pidättämisen osalta vähentämismahdollisuuksien arvioinnissa on käytetty lähteinä Miettinen ym., 2022; Räsänen ym., 2023 ja Lehtonen, 2022.

Kivennäismaita on aktiivisessa maatalouskäytössä noin 2 milj. ha eli lähes 90 % peltoalasta. Tästä noin 500 000 ha on rehunurmialana ja noin 1,5 milj. ha pääosin yksivuotisten kasvien viljelyssä. Rehunurmet voivat olla hiilen nieluja nurmivuosina ja hiilen lähteitä niinä vuosina, kun ko. peltolohko on yksivuotisten kasvien, useimmiten viljan, viljelyssä. Pääosa Suomen kivennäismaalajeja olevista peltomaista sisältää sen verran paljon hiiltä osin pellon viljelyhistoriasta ja tuotannollisesta iästä johtuen (Suomessa raivattiin paljon peltoalaa vielä 1950-luvulla ja sen jälkeen mm. karjalaisten asuttamisen vuoksi), että hiilen vapautuminen ilmakehään hiilidioksidina on usein suurempaa kuin hiilen sitoutuminen maaperään (Heikkinen ym. 2013, 2021, 2022). Viljelyä ja viljelykiertoja monimuotoistamalla ja pellon muokkausta vähentämällä voidaan varsin rajallisesti lisätä peltomaan hiilipitoisuutta Suomen olosuhteissa (Honkanen ym. 2024). Tässä on toki vaihtelua pellon hiilipitoisuudesta, iästä ja viljelyhistoriasta riippuen.

Perusskenaariossa eli WEM-skenaariossa nykyinen CAP-kausi 2023-2027 tuo tukea viljelijöiden toimille maaperän hiilisyötteen lisäämiseksi, koska tukea maksetaan viherlannoitusnurmille, kerääjä- ja saneerauskasveille, talviaikaiselle kasvipeitteisyydelle sekä erilaisille kesannoille (ks. edellinen luku kauden 2023-2027 CAP-tuista). Siksi CO<sub>2</sub>-päästöt vähenevät, mutta hitaasti, koska em. toimet eivät harvoin tai satunnaisesti käytettynä johda kovin suureen hiilisyötteen kasvuun, ja lisäksi näin sidottu hiili vapautuu helposti ilmakehään etenkin, jos jatkossa viljellään useita vuosia pääosin yksivuotisia kasveja. Maaperän hiilipitoisuus riippuu siis paljon myös pitemmän

aikavälin valinnoista ja viljelykiertoista. Monipuolisempia viljelykiertoja saavutetaan WEM-skenaariossa jossain määrin lisäämällä mm. palko- ja öljykasvien viljelyä sekä viherlannoitusnurmia ja monimuotoisuusnurmia. Voidaan arvioida, että kaikilla em. toimilla kivennäismaiden hiili-syötettä voidaan lisätä noin 5 % vuosina 2015–2035, jonka jälkeen hiilisyöte ei enää lisääny. Hiilisyötteen 5 %:n kasvu (lisäys noin 54 kg C/ha Tao ym. 2023 mukaan) saavutetaan monipuolistamalla viljelykiertoja mm. palkokasvien ja öljykasvien viljelyä sekä viherlannoitusnurmia ja monimuotoisuusnurmia maltillisesti lisäämällä.

Tao ym. (2023) tutkimuksen mukaan 5 %:n hiilisyötteen kasvu kivennäismaihin ei vielä riitä muuttamaan Suomessa kivennäismaita hiilen lähteestä nieluksi ilmaston lämmitessä vääjäämättömästi lähivuosisikymmeninä. Lähelle nettonollaa kuitenkin päästään, kun kivennäismaiden hiilipäästö vähenisi noin 0,5 Mt CO<sub>2</sub> ekv. tasolta tasolle 0,1 Mt CO<sub>2</sub> ekv. Nettomääräinen päästövähennys lähtötilanteeseen verrattuna olisi siis WEM-skenaariossa noin 0,4 Mt CO<sub>2</sub> ekv. vuodessa vuoteen 2035 mennessä.

WAM1-skenaariossa viljelykiertoja monipuolistetaan vähän enemmän tuottamalla enemmän palko- ja öljykasveja sekä käyttämällä enemmän kerääjä- ja saneerauskasveja kuin WEM-skenaariossa. Tällöin kivennäismaiden hiilisyötettä kasvatetaan 10 % vuoteen 2035 mennessä, lisäten hiiltä kivennäismaihin nettomääräisesti noin 90 kg C/ha keskimäärin kivennäismaihin vuodessa (yksittäisinä vuosina tietyissä viljelykierron vaiheissa toki selvästi enemmän yksittäisillä peltolohkoilla). Tähän päästään myös laajenevan ja apilanurmisekoitteisia nurmia käyttävän biokaasutuotannon kautta (tästä erillinen luku jäljempänä), ei vain monimuotoisuusnurmien, viherlannoitus- ja monimuotoisuusnurmien kautta. Palko- ja öljykasvien lisäämisellä viljelykiertoihin saadaan hyviä esikasviarvoja (Peltonen-Sainio ym. 2024) sekä osin tämän ansiosta satotasojen maltillinen, noin 5-10 %:n nousu vuoteen 2035 joka lisää myös juuriston ja maanpäällisen orgaanisen aineksen muodostumista ja siten maaperän hiilisyötettä. Kivennäismaiden hiilidioksidipäästöt kääntyisivät pieneksi hiilen nieluksi ilmaston lämpenemisestä huolimatta runsaan hiilisyötteen kasvun vuoksi, jolloin nettona kivennäismaat olisivat pieni hiilinielu noin 0,16 Mt CO<sub>2</sub> ekv. verran vuodessa. Nettovaikutus suhteessa lähtötilanteeseen olisi noin 0,66 Mt CO<sub>2</sub> ekv./v.

WAM2-skenaariossa kivennäismaiden hiilinielu kasvaa vähitellen tasolle 0,45 Mt CO<sub>2</sub> ekv. eli nettomääräisesti kivennäismaihin sitoutuisi 130 kg C/ha lisää hiiltä keskimäärin vuodessa (ja selvästi enemmän yksittäisillä peltolohkoilla tietyissä viljelykierron vaiheissa) vuoteen 2035 mennessä. Tähän päästään biokaasu- ja monimuotoisuusnurmien, viherlannoitus- ja monimuotoisuusnurmien laajamittaisella käytöllä koko maassa, sekä palko- ja öljykasvien lisäämisellä viljelykiertoihin sekä satotasojen nousun ansiosta. Kivennäismaiden hiilisyöte kasvaisi noin 20 % 2015-2035. Nettovaikutus lähtötilanteeseen olisi noin 0,95 Mt CO<sub>2</sub> ekv./v.

Näissä arvioissa on otettu huomioon se, että kaikelle viljanviljelylle tyypilliset aluskasvit eivät eri syistä hyvin sovellu. Esimerkkinä tästä on mallasohran noin 60 000 ha laajuinen tuotanto, jossa kasvien typen saannin täytyy olla rajattua ja säännösteltyä. Tällöin vahva aluskasvikasvusto aiheuttaa epävarmuutta pääkasvien typen saantiin. Kerääjäkasvit voivat myös aiheuttaa ongelmia. Ei siis ole realistista olettaa (typensitoja-)aluskasvien käyttöä aivan koko viljan tai muiden yksivuotisten viljelyn alalla. Maaperän ominaisuudet ja kasvukunto määrittävät pitkälti myös pellolle soveltuvat viljelytekniikat ja käytettävät viljelypanokset (Vainio ym. 2022). Viljelijöille aiheutuu aluskasvien käytöstä paitsi hyötyjä maan rakenteelle ja veden ja ravinteiden pidätyskyvyille, myös kustannuksia kylvösiementen ja kylvötyön osalta. Näitä kustannuksia korvaavat CAP-kaudella 2023-2027 kerääjäkasvituet.

Nurmikasvien viljely perustuu jo ennestään nurmi-viljakiertoihin. Nurmikasvien viljelyssä käytetään jo ennestään erilaisia typensitojakasveja joko puhtaina kasvustoina tai osana nurmisiemenseosta, ja apilanurmiseosten viljelyalaksi on aiemmissa tutkimuksissa arvioitu runsaat 100 000 ha

(Lehtonen&Niskanen 2016). On myös todettu, että kaikki rehunurmi ei sovellu apilapitoisten kasvien alaksi mm. lannanlevitykseen liittyvien syiden vuoksi (Lehtonen&Niskanen 2016). Typensitojakasvit eivät pärjää kilpailussa elintilasta muiden kasvien kanssa, jos typpilannoitus-taso on korkea. Siksi vahvasti apilapitoisille nurmille käytetään ja suositellaan alhaista noin 50 kg N/ha (liukoista typpeä) lannoitustasoa. Koska lannan typpi on joka tapauksessa pelloille levitettävä, se rajaa apilapitoisten ja muiden typensitojakasvien käyttöä rehunurmilla. Kaikkia rehunurmia ei voida viljellä apilapitoisina seoskasvustoina, vaan heinänurmiakin tarvitaan ja ne kasvavat hyvin erityisesti turvemailla, joilla apilat eivät aina hyvin viihdy maaperän happamuuden vuoksi. Tämän vuoksi että ne eivät aina pärjää kilpailussa nopeasti kasvaville heinä-nurmille, jotka hyötyvät turvemaasta mineralisoituvasta liukoisesta typestä. Nurmien satotason kasvattaminen uusilla kasvilajikkeilla ja erilaisten nurmiseosten huolellisella viljelyllä voi sek in edesauttaa WAM-skenaarioiden mukaisessa 5-10 %:n satotason kasvattamisessa ja maaperän hiilisyötteen kasvattamisessa.

## 6. PÄÄSTÖVÄHENNYKSET TURVEPELLOILLA

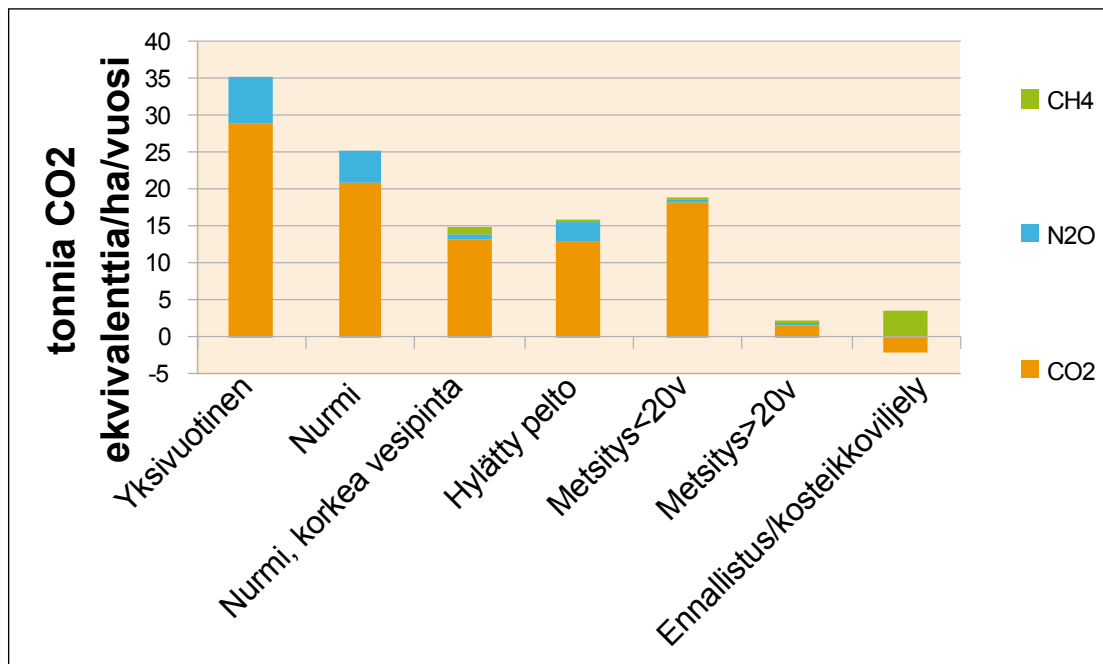
### TIIVISTELMÄ:

*Turvepelloilta on saatavissa merkittäviä päästövähennyksiä pitkällä aikavälillä jopa 2 Mt CO<sub>2</sub> ekv. verran (WAM2-skenaario), mutta vuoteen 2035 mennessä tuskin päästään paljoa yli 1 Mt CO<sub>2</sub> ekv. päästövähennyksiin WAM1-skenaariossa. Syynä on turvemaatoimien hidas liikkeellelähtö vuodesta 2020, koska maatalouspolitiikassa kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiin tuli aiempaa enemmän kannustimia vasta 2023 alkaen, eivätkä nämäkään kannustimet ole riittäviä laajamittaisiin ja vaikuttaviin päästövähennystoimiin. Lisäksi parantunut tietopohja turvepeltojen käytöstä on tuonut esiin seikkoja, jotka eivät tee mahdolliseksi nopeita laajamittaisia toimia turvepeltojen vettämiseksi. Esimerkiksi maan pohjois- ja keskiosissa merkittävä, aiempiin arvioihin verrattuna suurempi osa vettämiskelpoisista paksuturpeisista pelloista on maitoa ja naudanlihaa tuottavien maatilojen käytössä, joiden on vaikea muuttaa merkittävästi turvepeltojen käyttöä lyhyellä aikavälillä. Turvepeltojen päästövähennystoimet eivät ole mielekkäitä, jos turvepeltojen raivaus pelloiksi ei vähene olennaisesti siitä, mitä se on vuoden 2000 jälkeen ollut. Edellytyksiä on kuitenkin turvepeltojen säätösaloituksen kautta päästä merkittäviin päästövähennyksiin maataloustuotantoa vähentämättä kaikenlaisilla maatiloilla, ja vettämisen ja nurmiviljelyn kautta maatiloilla, joiden riippuvuus turvepelloista tuotannossa on vähäinen.*

Turvepeltojen käytön tiekartta -hankkeessa on vuoden 2024 aikana selvitetty eri menetelmin turvepeltojen alat ja käyttö eri tuotantosuunnissa maakunnittain. Hanke tuottaa maakunnallisia muutospolkua, jotka julkaistaan loka-marraskuun vaihteessa 2024.

<https://www.luke.fi/fi/projektit/tptiekartta>

Selvitysten perusteella on käynyt ilmi, että etenkin Pohjanmaan, Kainuun ja Lapin alueilla ja osassa Satakuntaa ja Pohjois-Karjalaa monet kotieläintilat ovat riippuvaisia turvepelloista keskimäärin selvästi enemmän kuin muualla Suomessa. Turvepellot ovat näillä alueilla laajalti juurikin maito- ja nautatilojen käytössä, ja peltoja tarvitaan kotieläintuotantoon. Tämä rajoittaa etenkin vettämiskelpoisten paksuturpeisten turvepeltojen vettämistä märiksi kosteikoiksi, joilta saataisiin suuremmat päästövähennykset (Kuva 6.1). Sen sijaan säätösaloitus, joka voi edistää sekä satovarmuutta että ruoantuotantoa, tulee kyseeseen hyvin tilanteessa, jossa turvepeltoa tarvitaan maataloustuotannossa.



Kuva 6.1. Maaperän päästö turvemaan eri käyttömuodoissa.

Lisäksi paksuturpeisten ja vettämiskelpoisten turvepeltojen aloista on saatu parempaa tietoa, runsaat 25 % turvepelloista on vettämiskelpoisia, eli runsaat 60 000 ha. Näistä vain osa voidaan vettä korkean vedenpinnan kosteikoiksi em. syistä.

Etelä-Suomessa, jossa turvepeltojen alat ovat kotieläintiloillakin keskimäärin vähäisiä, on mahdollista yksivuotisten kasvien siirto kivennäismaille, sekä suurempi osuus vettämiskelpoisista turvepelloista on vetettävissä ilman rehualan isoa vähennystä. Tällöin eläintiheydet eivät nouse kotieläintiloilla läheskään siinä määrin kuin alueilla, joilla turvepellot ovat merkittävä osa kotieläintilojen peltoalaa. Eläintiheyksien nousu, jos rehuala vähenee turvepellotoimien vuoksi, ei ole ympäristöllisesti kestävä tapa vähentää turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjä. Lisäksi maan eteläosissa ja osin keskiosissa turvepelloista on monin paikoin lähes puolet yksivuotisten kasvien viljelyssä, jolloin näiden kasvien viljelyn siirto kivennäismaille ja turvepeltojen pitäminen monivuotisten kasvien tuotannossa tarjoaa mahdollisuuden suhteessa suurempiin päästövähennyksiin, kuin Pohjois- ja Itä-Suomen alueilla, joilla valtaosa, usein 80-90 %, turvepelloista on jo ennestään nurmina varsinkin maito- ja muilla nautakarjatililla. Lisäksi on otettava huomioon, että ellei turvepeltoja koskaan pidetä viljalla osana viljelykiertoa, aiheutuu erilaisia ongelmia nurmituotannolle, kuten ns. tupastumista ja raiteisuutta, jotka voidaan välttää pitämällä esim. 1-2 vuonna vuosikymmenessä pelto viljan tai muun yksivuotisen kasvin viljelyssä, jolloin nurmituppaat ja raiteisuudet häviävät osin kyntämisen ansiosta. Näin ollen turvepeltoja on vaikea viljellä niin, että ne olisivat aina ja ainoastaan nurmikasvien viljelyssä. Tämä tarkoittaa sitä, että ainakin osalla maito- ja nautatiloista viljavuosien kokonaan välttäminen turvepelloilla voi vaikeuttaa merkittävästi tuotantoa tai ainakin aiheuttaa kustannuksia ja tulonmenetyksiä, joita korvaamaan tarvitaan tukia julkisista varoista tai palkkioita hiilimarkkinoilta.

Näistä edellä mainituista syistä turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää aiemmin arvioitua vähemmän maito- ja nautakarjatililla, joilla on paljon turvepeltoja. Vastaavasti em. syistä turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää suhteellisesti enemmän alueilla, joilla turvepeltoja suhteessa koko peltoalaan on keskimääräistä vähemmän. 2020 Maatalouden ilmastotiekarttaa tehtäessä näitä tarkempia tietoja ei ollut käytettävissä, ja silloin vettämiskelpoinen turvepeltojen ala arvioitiin noin 100 000 ha suuruiseksi (Räsänen ym. 2023).



Turvepeltojen käytön tiekartta-hankkeen alustavien tulosten mukaan turvepelloilta voidaan saavuttaa seuraavanlaiset päästövähennykset:

<b>• Pohjois-Pohjanmaa, Kainuu, Lappi, Pohjois-Karjala: - näillä alueilla 64 % turvepelloista, tuotantorakenne hyvin lypsykarja/nautapainotteinen</b>	
• WEM:	-0,12 Mt CO <sub>2</sub> ekv. vuoteen 2035
• WAM1:	- 0,65 Mt CO <sub>2</sub> ekv. vuoteen 2035
• WAM2:	- 1 Mt CO <sub>2</sub> ekv. vuoteen 2035
<b>• Muu Suomi (36 % turvepelloista, keskimäärin monipuolisempi)</b>	
• WEM:	-0,08 Mt CO <sub>2</sub> ekv
• WAM1:	- 0,55 Mt CO <sub>2</sub> ekv vuoteen 2035
• WAM2:	- 0,8 Mt CO <sub>2</sub> ekv vuoteen 2035
<b>• Yhteensä:</b>	
• WEM:	-0,2 Mt CO <sub>2</sub> ekv. vuoteen 2035
• WAM1:	-1.2 Mt CO <sub>2</sub> ekv vuoteen 2035 (1,2-1,4 Mt CO <sub>2</sub> ekv vuoteen 2050)
• WAM2:	-1,8 Mt CO <sub>2</sub> ekv vuoteen 2035 (-1,8-2 Mt CO <sub>2</sub> ekv vuoteen 2050)

Nämä tulokset on saatu laskettua arvioimalla maakunnittaisia muutosmahdollisuuksia turvepeltojen käytössä seuraavin periaattein: vettämiskelpoisia turvemaita otetaan asteittain vettämiseen etupäässä kasvitiloilla, ja osin kotieläintiloilla. Samoin turvemaidella viljellään jatkossa vähemmän yksivuotisia kasveja etenkin Etelä-Suomen kasvitiloilla joilla suurin osa pelloista, usein lähes kaikki, on kivennäismaita. Myös muualla Suomessa, jossa monet kotieläintilat siirtyvät jatkossa kasvitiloiksi rakennekehityksen seurauksena, vähäisempi yksivuotisten kasvien viljely on jatkossa mahdollista, vaikka se aiheuttaakin joitakin kustannuksia. Näitä kustannuksia, samoin vettämisen kustannuksia ja säätösaloituksen kustannuksia, tulee korvata esim. hiilimarkkinoiden kautta tai julkisista varoista. Ennallistamisasetuksen toimeenpanon kautta voi myös tulla varoja turvemaiden käytön muutosten rahoittamiseen, koska ennallistamisasetus on paljolti juuri turvemaiden vettämistä ja muuta ennallistamista. Pieni osa turvepelloista jää myös pois maataloustuotannosta, kun maatilojen määrä vähenee ja etäisyydet peltolohkoille kasvavat.

Päästövähennysten toteutuminen riippuu myös siitä, tuleeko maatalouden käyttöön uutta raivattua turvepeltoalaa. Se vähentää merkittävästi ym. päästövähennyksiä, jos niin tapahtuu. Näin ollen WAM-skenaarioissa on oletus, että uutta turvepeltoa raivataan jatkossa hyvin vähän (WAM1) tai ei lainkaan (WAM2). Turvepeltojen vettäminen ja muu päästöjen vähentäminen toisaalla, ja uuden turvepellon raivaaminen toisaalla (tai vaikka samalla maatilalla) ei ole tehokasta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä eikä tehokasta julkisten tai yksityisten varojen käyttöä, jos tavoitteena on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. Tässä kohtaa voi tulla aiheelliseksi säättää esim. maankäytön muutosmaksu, joka vähentää olennaisesti uusien turvepeltojen raivausta. Tällä on luonnollisesti se seuraus, että joissakin kunnissa, missä maatilat ovat kasvaneet osin uusia turvepeltoja raivaamalla, maatilojen kasvu ei tätä kautta voi jatkua.

Olennaista turvepeltojen vettämistoimissa on yhteistyö kunnittaisen ja aluetason maankäytön ja vesialuesuunnittelun kanssa. On tärkeää, että tulevat turvemaiden (turvepellot, metsätalousmaat, entiset ja tuotannossa jatkavat turvetuotantoalueet) käytön mahdolliset muutokset arvioidaan hydrologian ja valuma-alue-suunnittelun näkökulmasta, jotta voidaan löytää sopivat paikat turvemaiden pohjavedenpinnan nostolle. Toisin sanoen turvepeltojen toimet tuskin laajassa mitassa etenevät, jos ei ole tiedossa, mitkä pellot ovat sellaisia, joilla pohjavedenpinnan nosto onnis-

tuu, miten se vaikuttaa lähiympäristön peltojen ja muiden maiden pohjavedenpinnan tasoon. Tämä turvemaiden pohjavedenpinnan hydrologisten edellytysten arviointi ja sopivien sijaintien määrittäminen ja viljelijöiden ja maanomistajien tiedoksi saattaminen kuuluisi luontevimmin aluetason valuma-alue suunnittelulle ja maankäytön suunnittelulle, johon puolestaan viljelijöillä ja maanomistajilla tulisi olla kommentointi- ja vaikutusmahdollisuus. Tämäntyyppinen suunnittelu-työ on todennäköisesti edessä myös liittyen EU:n ennallistamisasetukseen. Jotta turvepeltojen pohjavedenpinnan nostoa voidaan tehdä ja päästä myymään päästövähennyksiä hiilimarkkinoille ja/tai toteuttamaan ennallistamisasetuksen tavoitteita, edessä on yhteisen alueellisen maankäyttö-suunnitelman ja -näkömyksen muodostaminen siitä, missä ja miten pohjavedenpinnan nosto kaikenlaisilla turvemaidella voisi olla mahdollista ja toivottavaa vuoteen 2050. Tässä tarvitaan näkemysten yhteensovittamista viljelijöiden, maanomistajien ja eri sidosryhmien kesken, koska kyse on yksityisestä maaomaisuudesta ja osin valtion maista. Lopulliset päätökset tekevät maanomistajat siinä kannustinasetelmassa, mihin yhteiskunnassa heidät asetetaan.

## 7. ENERGIANKÄYTÖN KOKONAISUUDEN MUUTTUMINEN MAATALOUESSA

### TIIVISTELMÄ:

*Maatalouden energiankulutus on pysynyt 2010 luvun alusta lähtien jokseenkin 9TWh tasolla, mikä vastaa vajaan kolmen prosentin osuutta Suomen kokonaisenergiankulutuksesta. Tarkastelujakson alun jälkeen kiinteiden polttoaineiden ja sähkön osuus energianlähteistä on noussut, ja nestemäisten polttoaineiden osuus pysynyt lähes ennallaan. Vuonna 2022 mainitut energianlähteet vastasivat keskimäärin kukin noin kolmanneksesta maataloustuotannon suorasta energiankulutuksesta. Tuotantosuunnista nestemäisten polttoaineiden kulutus on suurinta peltoviljelyssä ja viljan kuivauksessa, kun taas sähköä kuluu eniten kasvihuoneiden valaistuksessa.*

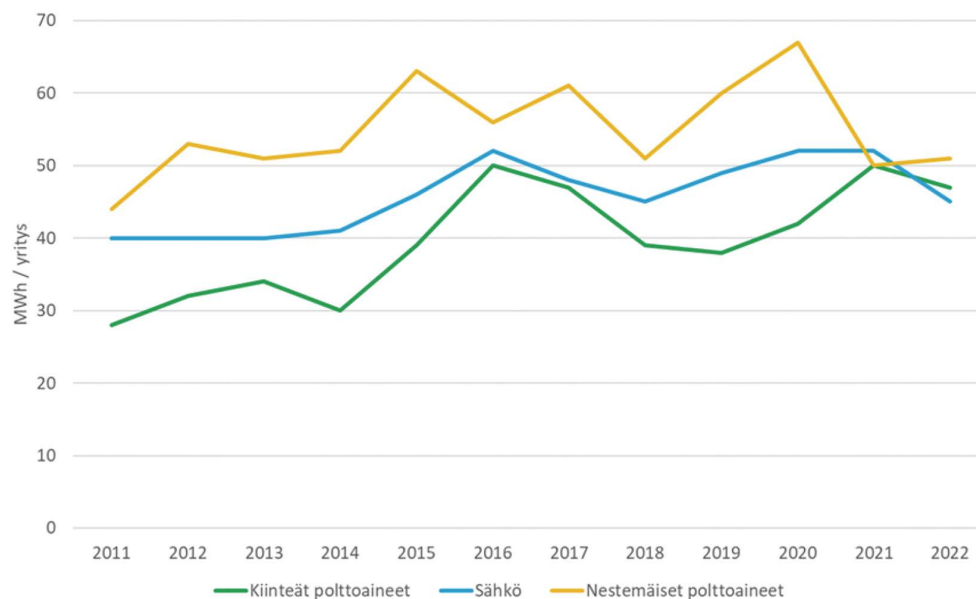
*Maatalouden suoran energiankulutuksen aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen kannalta on tehokkainta keskittyä nestemäistä polttoainetta kuluttavien koneiden, laitteiden ja prosessien energiatehokkuuden kehittämiseen. Tällaisia toimenpiteitä voivat olla kevennetty maanmuokkaus, viljan lämminilmakuivauksen teknologiset parannukset ja säilöntävaihtoehtojen laajempi hyödyntäminen, maatalan logistiikan kehittäminen ja uuden teknologian hyödyntäminen.*

*Maatalouden energiakäyttö kasvinviljelyssä ja maidontuotannossa vähenee v. 2035 ja 2050 mentäessä polttonesteiden osalta johtuen pääosin teknologian kehittymisestä sekä siirtymisestä muihin energialähteisiin, kuten biokaasuun ja aurinkoenergiaan. Maatalouden energiakäyttö vähenee myös maatalouden tilamäärän vähenemisen ja sen tuomien tehokkuushyötyjen seurauksena. Kasvihuonepäästöt vähenevät jo nyt käytössä olevien biopohjaisten polttoaineiden myötä ja niiden käytön lisäämisenä lähivuosina. Sähkökulutuksessa suhteellinen muutos on maltillisempaa v. 2035 ja 2050 skenaarioissa niin kasvinviljelyssä että maidontuotannossa. Kehittyvä automaatio ja robottien hyödyntäminen maidontuotannossa on arkipäivää ja vastaavasti kasvinviljelyssä automaatio ja älykkäät järjestelmät, sähkökäyttöiset koneet ja laitteet yleistyvät seuraavien vuosikymmenten kuluessa. Lisääntyvä datan käyttö tuotannon eri vaiheissa, etähallinta- ja -valvonta ja koneiden toiminnan optimointi parantavat tuotantopanosten käyttöä energia mukaan lukien.*

### MAATALOUDEN ENERGIANKÄYTTÖ

Maatalouden energiakäyttö voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin energiapanoksiin. Suoria energiapanoksia ovat tilalle ostettu sähkö, polttonesteet ja ostettu lämpöenergia sekä tilalla tuotetusta kiinteistä polttoaineista itse hyödynnetyt osuudet, esim. lämmitykseen käytetty hake. Epäsuoria energiapanoksia ovat lähinnä lannoitteisiin, kasvinsuojeluaineisiin, koneisiin ja laitteisiin liittyvä energia, joka on käytetty maatalojen ulkopuolella. Esim. ohran tuotannossa pelkkien agrokemikaalien osuus tuotannon kokonaisenergiapanoksesta on lähes puolet (Ahokas 2013). Tässä luvussa tarkastellaan ainoastaan suorien energiapanosten käyttöä ja sen muutoksia. Maatalous kattaa tarkastelussa sekä maa- että puutarhatalouden.

Maatalouden kokonaisenergian kulutus on 2010-luvulla ja 2020-luvun alkupuolella ollut n. 9 TWh:n tasolla (Suomen virallinen tilasto 2024), mikä vastaa vajaata kolmea prosenttia Suomen kokonaisenergian kulutuksesta (355 TWh vuonna 2020). Maataloudessa käytetystä energiasta noin puolet käytetään lämmitykseen ja viljan kuivaukseen, kolmasosa työkoneiden käyttövoimaksi ja loput valaistuksessa ja muissa sähkölaitteissa. Energiasisällön mukaan tarkasteltuna maatalouden energiankulutus jakautui keskimäärin melko tasaisesti sähkön, nestemäisten, ja kiinteiden polttoaineiden kesken (Kuva 7.1).

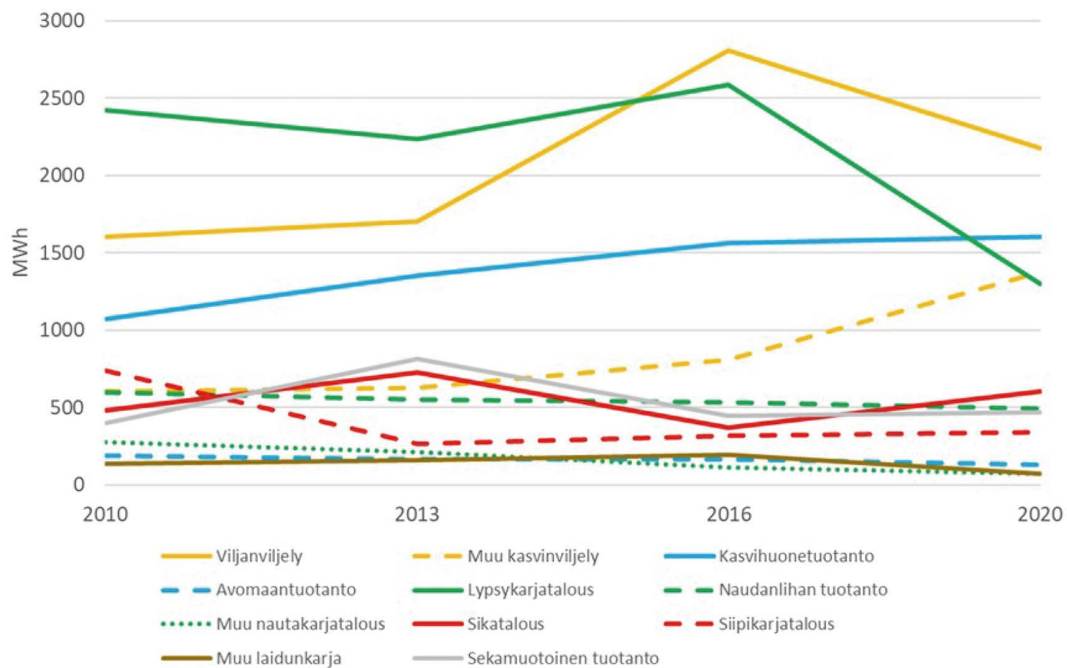


**Kuva 7.1.** Maatalouden keskimääräinen energiankulutus energialähteittäin yritystä kohti ([taloustohtori.luke.fi](http://taloustohtori.luke.fi)).

Maatalouden energiakustannuksista suurin osa aiheutuu nestemäisistä polttoaineista ja pienin kiinteistä polttoaineista. Sähkön ja kiinteiden polttoaineiden energiakustannus (metsä-, pelto- ja turvebiomassat) ovat nousseet tasaisesti, mutta nestemäisten polttoaineiden kustannus nousi jyrkästi vuodesta 2021 alkaen. Nestemäisten polttoaineiden ja sähkönkäytön kustannukset ovat nousseet vuodesta 2010 vuoteen 2022 42 %, kun samalla ajalla tuotantokustannukset yhteensä ovat nousseet 16 %. Sähkö- ja polttoainekustannusten osuus maatalousyritysten tuotantokustannuksista on suurin kasvihuonetuotannossa (n. 18 %) kun se muissa tuotantosuunnissa vaihtelee neljän ja yhdeksän prosentin välillä. ([taloustohtori.luke.fi](http://taloustohtori.luke.fi)).

Maatalouden tuotantosuuntien energiakustannus energialähteittäin vaihtelee suuresti: Nestemäiset polttoaineet ovat keskeisiä erityisesti peltoviljelyssä (viljely ja viljankuivaus). Myös kotieläin- tuotannossa peltoviljelyn osuus on merkittävä. Hakkeella on merkitystä lähinnä kasvihuone- tuotannossa ja siipikarjataloudessa (lämmitys). Sähkön osuus energiakustannuksista on korkein kasvihuonetuotannossa (valotus).

Tuotantosuunnista eniten energiaa kuluu viljanviljelyssä, maidontuotannossa ja kasvihuone-tuotannossa (Kuva 7.2)



**Kuva 7.2.** Energiankulutus tuotantosuunnittain (Suomen virallinen tilasto 2024).

Viljanviljelyssä ja maidontuotannossa polttoöljyä kuluu peltoviljelytoimenpiteisiin ja kuljetuksiin (siemenet, lannoitteet, vilja, nurmirehu, liete/lanta). Viljanviljelyssä viljankuivauksen öljynkulutus on toiseksi suurin kulutuskohde. Maidontuotannossa sähköenergiaa kuluu suunnilleen saman verran kuin moottoripolttoöljyä. Kasvihuoneutuotannossa (lämmitys-)energia tulee valtaosaltaan kiinteistä polttoaineista, kun taas nestemäisten polttoaineiden kulutus on vähäistä. Sähkön osuus kasvihuoneiden kokonaisenergian kulutuksesta on noin kolmannes. Kiinteiden polttoaineiden käyttö on selkeästi suurinta kasvihuoneissa.

Energiankulutuksen ja siten myös kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen kannalta on oleellista vähentää ja tehostaa nestemäisten polttoaineiden käyttöä. Toimenpiteitä, jotka tukevat tätä kehitystä ovat

- Kevennetty maanmuokkaus  
Vähennetään raskasta maanmuokkausta ja lisätään suorakylvettyä viljelyalaa.
- Kuljetusten ja siirtoajojen optimointi  
Vähennetään kuljetusten ja siirtoajojen tarvetta kehittämällä tilussuhteita (ml. vuokrapellot), viljelemällä kauempana olevilla lohkoilla vähemmän siirtoajoa/ kuljetusta vaativia kasveja ja käyttämällä perinteistä traktori + perävaunu yhdistelmää tehokkaampia kuljetusvälineitä.
- Viljan kuivauksen energiatehokkuuden kehittäminen  
Tarkennetaan viljan kuivauksen säätöä ja hyödynnetään kuivauksessa hakelämmitystä ja lämpöpumpputekniikkaa.
- Viljan säilönnän vaihtoehtojen hyödyntäminen  
Edistetään vaihtoehtoisten säilöntämenetelmin yleistymistä rehuviljalle (hapotus, tuoresäilöntä, kylmäilmakuivaus)
- Uuden teknologian hyödyntäminen  
Hyödynnetään täysimääräisesti täsmäviljelyn ja älymaatilan toimintoja ajojen, energiapanosten sekä toimenpiteiden ajoituksen optimoimiseksi.



Edellä esitettyjen toimenpiteiden lisäksi on nähtävissä, että kuormitukseen sopeutuvien, optimoitujen polttomoottorien ja hybridiratkaisujen (polttomoottori + sähkökäytöt) sekä hydraulikkaa korvaavien sähköisten toimilaitteiden yleistymisen tuovat säästöjä moottoripolttoöljyn kulutukseen. Kaasu traktorin polttoaineena voi ainakin paikallisesti tuoda merkittävä vähennyksiä polttonesteiden kulutukseen.

## 7.2. MAATALOUDEN ENERGIÄKÄYTÖN MUUTOKSET VUOTEEN 2050

### 7.2.1. TAUSTA

Maatalouden konetöissä dieselpolttoaine on keskeinen energialähde ja sen käytön ja kulutuksen vähentäminen on tarpeellista lähivuosina. Dieseliä korvaavaa biodieseliä on Suomessa tutkittu jo 1980-luvulta alkaen, kahden viime vuosikymmenen aikana biodieselin raaka-ainekirjo on laajentunut. Metaanimoottorilla, polttoaine metaania tai puhdistettua biokaasua, toimivia traktoreita on tulossa markkinoille lähivuosina. Henkilön- ja tavarankuljetuksissa sähkön käyttö yleistyy ehkä odotettua nopeammin, alkutuotannon panosteollisuudessa moni konevalmistaja tutkii sähkön käyttöä traktoreissa ja työkoneiden apuvoimanlähteenä.

Maatalouden energiakäytön laskelmissa on tarkasteluun otettu kolme eniten energiaa käyttävää tuotantosuuntaa: kasvintuotanto, maidontuotanto ja kasvihuonetuotanto. Kasvin- ja maidontuotannon peltoviljelyn energialaskelmissa on tehty laskentamallit suoraa energiapanoksia koskien, joissa on käytetty viljelyssä suosittuja kasveja ja kasvinviljelyyn sovitettuja yhteensopivia koneita. Eri kasveille on tehty omat energiakulutuslaskelmat. Koneketjuissa on laskelmat erikseen perinteisestä kylvömuokkauksesta ja -lannoituksesta ja suorakylvöstä. Eri skenaarioissa: WEM, WAM1 ja WAM2 on otettu huomioon uusin Luonnonvarakeskuksen ennusteen mukainen tilamäärän väheneminen ja tuotannossa tapahtuva tilakoon kasvu (Niemi 2024) ja tuotantoteknologian kehittyminen uuden teknologian ja automaation hyödyntämisessä.

### 7.2.2. KULUTUSLASKELMIEN PERUSTEITA

Kasvintuotannon viljaketjuissa suurin yksittäinen energiankuluttaja on lämminilmakuivaus. Laskelmien energialähteenä on käytetty polttoöljyä, toki on mahdollista käyttää maakaasua ja kaukolämpöä tai kiinteää polttoainetta eli haketta. Tulevaisuuden skenaarioissa vuosille 2035 ja 2050 WAM1 ja WAM2 -tarkasteluissa on pohdittu myös kuivauksen mahdollista vähentävää tarvetta ilmastomuutoksen myötä ja vähän energiaa tarvitsevia tuulettuvia varastosilloja. Lämminilmakuivureiden ohjaus- ja säätötekniikkaa kehittyä ja samalla energiakulutus haihdutettavaa vesimäärää kohti pienenee. Ratkaisevaa viljan kuivauksessa on lähtökosteus, joka vaihtelee puintiajan sääolosuhteiden mukaan (Kuva 7.4). Maidontuotannon laskelmissa on lähtökohtana omavarainen karkea- ja väkirehuruokinta, jolloin viljaa ja palkokasveja voi varastoida murskäsäilöntää hyödyntäen (Kajava & Sairanen 2024). Karkearehunkorjuuketjuissa on tehokkaat tilakoon kasvun mukaiset korjuuketjut ja työkoneet, ajosilppureiden käyttö yleistyy maittilojen keskikoon kasvaessa, yksittäisellä tilalla korjataan isommilta aloilta ja odotettavissa oleva korjuun aikaikkuna säilyy lyhyenä ensimmäisen sadon korjuussa johtuen nurmen kasvurytmistä.

Kaikkien tarkasteltujen tuotantosuuntien laskelmissa on mukana polttoöljyn ja sähkönkulutus. Painopiste tarkastelussa on öljynkulutuksessa, sillä sähkönkulutuksen odotettavissa olevat muutokset ovat todennäköisesti pienempiä. Tässä tarkastelussa ei analysoitu maataloustuotannon energiasuhteita kuten on tehty Mikkolan ja Ahokkaan 2009 ja Mikkolan 2012 tutkimuksissa.

Palkoviljojen kuivaaminen vaatii energiaa enemmän kiloa kohti. Palkoviljojen hehtaarisato on kuitenkin keskimäärin kolmanneksen pienempi kuin viljojen. Oletamme näiden tekijöiden kom-

pensoivan toisensa, eli palkoviljojen ja viljojen kuivauksessa kuluvan saman verran energiaa hehtaaria kohti. Kaikkiaan siis oletetaan, että viljojen korvaaminen palkoviljoilla ei lisää eikä vähennä koneketjun energiankulutusta.

Kasvinviljelytilan mallin viljelykierrossa on syysvehnä, kevätvehnä, ohra, rypsi, härkäpapu ja monivuotinen viherkesanto. Mallilaskelmat on tehty perinteistä muokkaus-kylvömenetelmää versus suorakylvömenetelmää käytettäessä, samaa laskentatapaa on käytetty myös maitotilan peltoviljelyn mallilaskelmassa. Maitotilan laskelmassa viljelykierto eroaa hiukan kasvintuotantotilan viljelykierrosta, sillä maitotilan kierrossa ovat kaura, ohra, härkäpapu ja rypsi sekä säilörehunurmia (1,06 ha/lehmä) ja pieni laidunala, ja koneketjuissa mukana ovat nurmirehunkorjuumenetelmät, pienemmille pinta-aloille noukinvaunu ja isommille ajosilppuri. Valittu viljelykierto perustuu uusimpaan Luonnonvarakeskuksen jo aiemmin viitattuun v. 2024 julkaisemaan tutkimustietoon.

### 7.2.3. ENERGIANKÄYTÖN MUUTOKSET KONETÖISSÄ

Kun viljelykierto ja käytettävissä oleva teknologia muuttuu, muuttuu myös viljelyssä käytetyn koneketjun ja kuivausprosessin kuluttama energian määrä. Suurimmat peltoviljelyn energiankulutuksen odotettavissa olevat muutokset seuraavan n. 10 vuoden periodilla ovat, kun siirrytään perinteisestä kylvömuokkauksesta muokkaamattomaan viljelyyn eli suorakylvömenetelmään niillä tiloilla, joihin siihen on edellytykset. Kylvötapojen paremmuuteen sadontuottajina ei oteta kantaa, vaan satojen, ja siten muiden viljelyvaiheiden energiankulutuksen, oletettiin olevan eri menetelmissä samaa tasoa. Karjatiloihin kyntöauroja tarvitaan jatkossakin uusia nurmia perustettaessa ja vanhoja lopetettaessa, samoin auroja tarvitaan erikois- ja siemenkasvien viljelyssä.

Suuriakin peltoviljelyn energiankulutuksen muutoksia on odotettavissa, kun satokasveja korvataan viherlannoituskasveilla. Aluskasvit viljakasvustossa tai kevätiljan korvaaminen palkoviljalla voivat merkitä vain pientä muutosta kuluvan energian määrässä. (Känkänen et al. 2012).

Koneketjun energialaskentamallissa otettiin huomioon traktorin moottorin kuormitus suhteessa maksimikuormitukseen ja laskettiin polttoaineen tuntikulutus (ASAE 2006). Kynnössä, kylvömuokkauksessa, kylvössä ja niittomurskauksessa käytettiin mittauksiin perustuvia polttoaineen kulutuslukemia (KTBL-Dieselbedarf).

Viljojen sadot arvioitiin hieman Tiken tilastoista saatuja keskiarvosatoja suuremmiksi. Säilörehunurmista ratkaisevaa on korjuukertojen määrä, tässä laskettiin kahden korjuukerran energiankulutus. Odotettavissa on korjuukertojen määrän kasvu kolmeen jo seuraavan 10 vuoden sisällä tai jopa neljään 2040-luvulla, jos keskilämpötilan nousu jatkuu ja sen myötä kasvukausi todennäköisesti pitenee, toisaalta aiempaa suurempi säänvaihtelu kasvukauden aikana voi aiheuttaa haasteita sadonkorjuuseen.

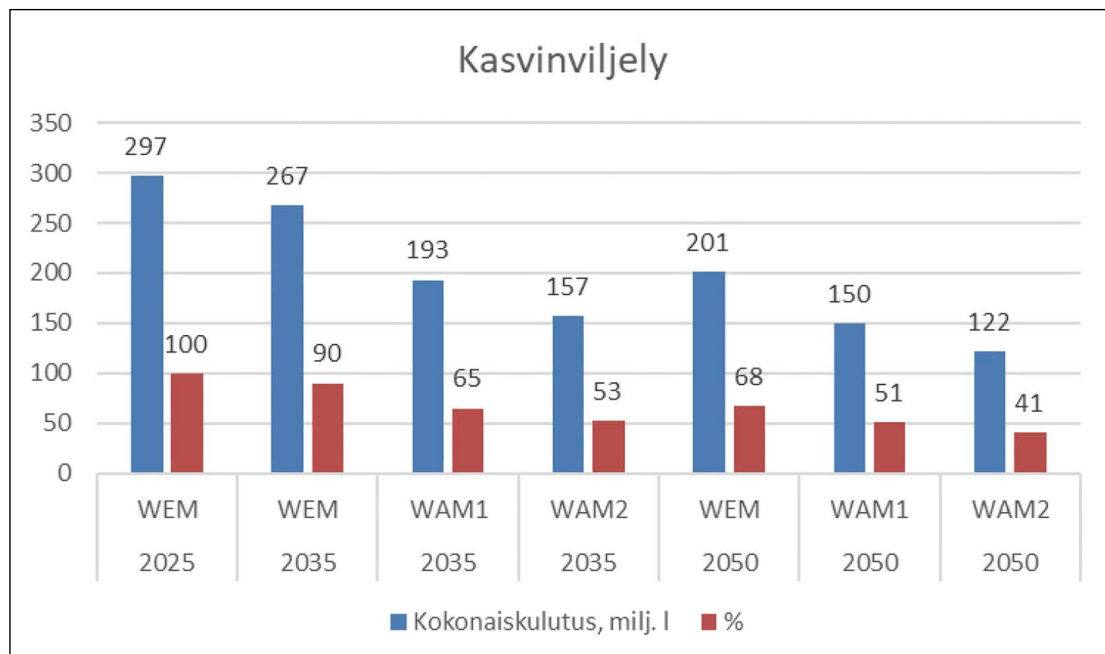
Yksivuotisten viherlannoituskasvustojen kylvössä energiaa kuluu vähemmän kuin perinteisessä viljan kylvössä, koska siemenmäärä on pienempi, lannoitetta ei käytetä ja kylvökoneen täyttötarve vähenee. Laskelma tehtiin erikseen, kun käytettiin joko yhtä puhdistusniittoa tai rikkakasviruiskutusta. Maahan muokkaamiseen käytettiin samoja oletuksia kuin monivuotisen viherkesannon kohdalla.

Puinnin energiankulutus voi kasvaa, jos aluskasvi pääsee kasvamaan hyvin reheväksi viljan korjuuseen mennessä. Lisäksi kasvuston kuivuminen voi hidastua, jolloin puintikosteus ja siten kuivauksen energiantarve kasvaa. Jos viljan kosteus muuttuu esimerkiksi 17:sta 19 prosenttiin, kasvaa kuivauksen öljynkulutus esimerkkilaskelman (Kuva 7.4.) mukaan 15 l/ha.

Eri peltokasvien energialaskentamalleissa on otettu mukaan lopputuotteen kuljetus sadonkorjuuvaiheessa pellolta kuivuriin ja säilörehunkorjuussa kuljetus pellolta rehuvarastoon. Laskentamalleissa ei ole mukana muiden eri peltotyövaiheiden siirtoajojen polttoaineen kulutusta, sillä sen arviointi on haastavaa. Tilakoon kasvun seurauksena etäisyydet talouskeskuksesta peltolohkoille kasvavat ja polttoainetta kuluu aiempaa enemmän siirtoajossa. Pitkillä etäisyyksillä myös kuorma-auton käyttö tulee yleistymään taloudellisesti kilpailukykyisenä vaihtoehtona perinteiseen traktoriin verrattuna. Kuljetuksia maatilalla ja tilojen kesken voidaan kehittää tilusjärjestelyin ja mm. sähköisen kaupankäynnin avulla.

#### 7.2.4. KESKIMÄÄRÄISET KULUTUSLUKEMAT PELTOKASVIEN VILJELYSSÄ

Polttoaineen kulutus eri työtehtävissä voi vaihdella hyvinkin 20 % tähän lasketuista luvuista, koska kulutukseen vaikuttavia tekijöitä on useita. Itse asiassa jo kuljettajan ajotapa voi vaikuttaa tuon verran. Tässä käytetään kuitenkin parhaan arvion mukaan, mittauksiin perustuen, keskimääräisiä kulutuslukuja.



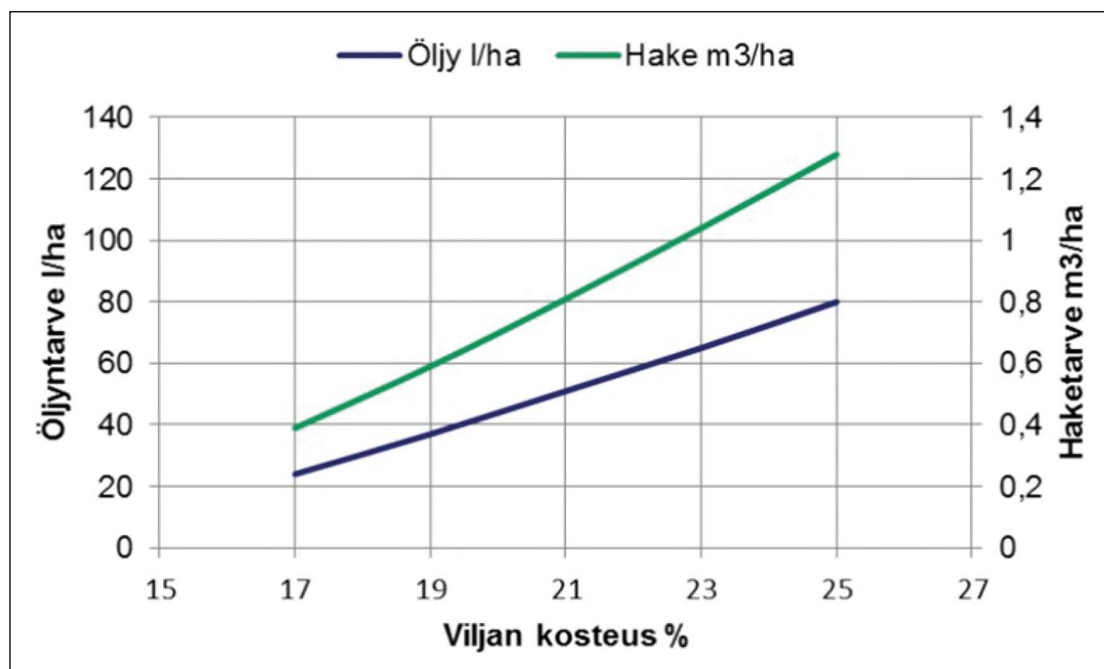
**Kuva 7. 3.** Kasvinviljelytilojen öljynkulutus lähtötilanteessa WEM 2025 ja skenaariot (WAM1 ja WAM2 vuosille 2035 ja 2050).

Seuraavan 25 v. aikana WAM1- ja WAM2 -skenaarioissa maatalouden kasvinviljelyn öljynkulutus voi laskea 49-59 % nykyisestä (Kuva 7.3.). Teknologiset ratkaisut ja järjestelmä- ja menetelmävalinnat vaikuttavat suorien energiapanosten käyttöön. Kasvinviljelyn työvaiheista kyntö kuluttaa paljon energiaa, kun taas suorakylvömenetelmällä voidaan säästää n. 30 % peltotyöprosessien polttoainekuluissa verrattuna perinteiseen kyntöön ja kylvömuokkaukseen. Toki jo nyt on selvä siirtymä kevennettyyn muokkaukseen. Traktori-työkoneyhdistelmissä väylätekniikan ISOBUSsin (ISO 11783) hyödyntäminen yleistyy, jolloin koneyhdistelmän adaptiivinen säätö tulee mahdolliseksi. Sen myötä traktoria ja työkoneita voidaan kuormittaa optimaalisesti, jolloin energiankulutus pienenee. Sen arvioitu vaikutus voi olla n. 10 %. Samalla panosten käyttö tarkentuu ja lannoitemäärissä on saavutettavissa pientä säästöä. Avustavista järjestelmistä automaattiohjaus vähentää päällekkäisajoa n. 5 %, joten se tehostaa ajankäyttöä ja vähentää energian kulutusta. Droonien (UAV = Unmanned Aerial Vehicle) käyttö maataloudessa yleistyy ja niiden hyödyntäminen esim. täsmälisälannoituksessa, -kasvinsuojeluruiskutuksissa ja viljelyn

monitoroinnissa on jo nyt mahdollista ja ehkä arkipäivää v. 2035 (WAM1 ja WAM2). Koneiden ja laitteiden etäseuranta ja eri lähteistä saatava reaaliaikainen data tehostavat työprosesseja ja osaltaan mahdollistavat jo nyt ja erityisesti tulevaisuudessa polttoaineiden säästön.

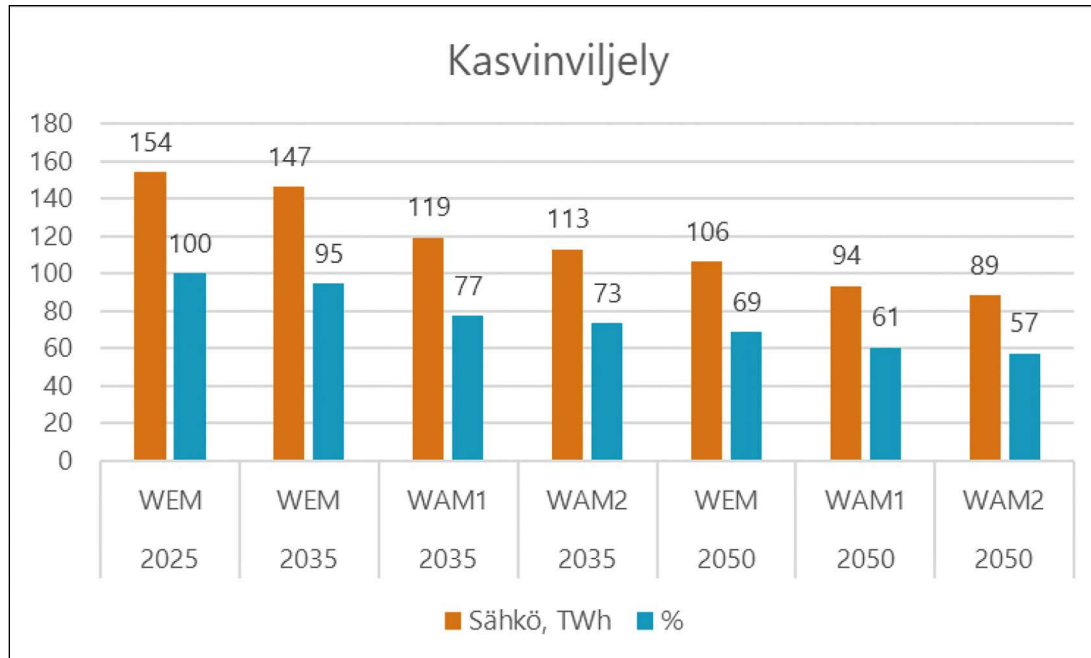
Maataloustraktori on jatkossakin pääasiallinen työkoneiden vetovoiman tuottaja, avustava sähköllä tuotettu energia lisääntyy maatalouskoneissa. Maataloustraktorin dieselmoottorin polttoaineena synteettisestä moottoripolttoöljystä osa korvautuu tulevaisuudessa biopohjaisilla polttoaineilla, joista biodiesel ja uudella teknologialla biomassasta polttoaineeksi valmistettu (uusiutuva diesel) ovat jo nyt käytettävissä. Traktoreissa pääasiallisena polttoaineena moottoripolttoöljyn rinnalle tulee metaani. Pienten peltorobottien käyttö yleistyneenä pienimuotoisessa viljelyssä, mutta isoilla tiloilla niiden käyttö on mahdollista mutta epätodennäköistä. Toki jo nyt on nähtävissä pienempien energiatehokkaampien robottien ilmestymistä markkinoille. Robotit erikoistuvat ensin tiettyihin tehtäviin, kuten kylvöön tai kitkentään, mm. aurinkoenergiaa hyödynnetään rikkakasvien kitkentäroboteissa.

Viljanviljelyprosessin yksittäinen suurin energiankuluttaja on viljan kuivaus ja siinä öljyn käytön rinnalla tulee yleistymään hake, kaasu ja kaukolämpö. Viljan kuivauksessa haketta toistaiseksi hyödynnetään suhteellisen vähän, vaikka useilla maatiloilla on peltomaan rinnalla omaa metsää. Jos viljan keskimääräinen puintikosteus laskee n. 16 %:iin, niin kuivauksesta on mahdollista siirtyä ainakin osittain tuulettuviin varastosiiiloihin. Kuivausprosessin optimointi kehittyy lisääntyvän automaation, mittaus- ja säätötekniikan sekä AI:iin (tekoälyn) hyödyntämisen myötä tuoden energiasäästöjä. Viljan laadun reaaliaikainen mittaus voi tulevaisuudessa merkitä sitä, että eri laatuerät voidaan jo puinnin yhteydessä jaotella ja toimittaa sitten kuivuriin, mahdollisesti suoraan toiselle tilalle esim. murskesäilöntään tai teollisuuden raaka-aineeksi. Kuivuri, lämmitin tai kylmäilmakuivuri tai niiden yhdistelmä: elevaattorit, esipuhdistaja ja kuljettimet tarvitsevat jatkossakin sähköä, joka voidaan tuottaa uusiutuvalla energialla.



**Kuva 7.4.** Hakkeen ja öljyn tarve pellohehtaaria kohden, kun satotaso on 3500 kg/ha, hakkeen kosteus on 30 % ja sen tilavuuspaino on 200 kg/m<sup>3</sup>. (Hautala et al. 2012)

Kuivurin energiatalous ei sinänsä parane siirryttäessä kotimaiseen polttoaineeseen (hake, turve), vaan siinä siirrytään fossiilisesta polttoaineesta uusiutuvaan. Turpeen osalta kylläkin kiistellään sen uusiutuvuudesta ja se halutaan usein laskea myös fossiiliseksi. Öljy ja kaasu ovat homogeenisiä polttoaineita, kun taasen hake ja turve ovat heterogeenisiä. Hakkeen ja turpeen polttaminen ei tapahdu yhtä täydellisesti ja hyötysuhteet ovat hieman alempia, mikä tarkoittaa käytännössä suurempaa energiankulutusta (Hautala et al. 2012). Toisaalta biopolttaine ei aiheuta hiilidioksidipäästöjä, koska se sitoutuu kasvien kasvuun uudelleen.



**Kuva 7. 5.** Kasvinviljelytilojen sähkönkulutus lähtötilanteessa WEM 2025 ja skenaariot (WAM1 ja WAM2 vuosille 2035 ja 2050).

Kasvinviljelytilojen sähkönkulutus (Kuva 7.5) vähenee ennustemallin mukaan skenaarioissa WAM1 ja kunnianhimoisemmassa WAM2 v. 2035 ja 2050 suhteellisesti tarkasteltuna maltillisemmin verrattuna polttoöljyn kulutukseen. Merkittävä kehitysaskel viljan kuivausteknologiassa on yksi selittävä tekijä yhdessä viljan käyttökohteen aiempaa paremman allokoinnin jo heti sadonkorjuussa. Karjan rehuksi käytettävä vilja voidaan varastoida murskesäilöntämenetelmällä. Osittain muutos johtuu myös tuotantorakenteen kehittymisestä: kasvinviljelytilojen määrä vähenee 25 000 (v. 2035) ja 18 000 (v. 2050). On mahdollista myös päinvastainen kehitystrendi, jos akku- ja latausteknologia kehittyy jättiaskelin energiatihedysten (akut) merkittävän kasvun myötä niin seurauksena voi olla peltoviljelyn sähköistyminen.

## 7.2.5. ENERGIANKULUTUKSEN MUUTOS TYPENSITOJAKASVEJA LISÄTTÄESSÄ

### PALKOVILJOJA VILJOJEN TILALLE

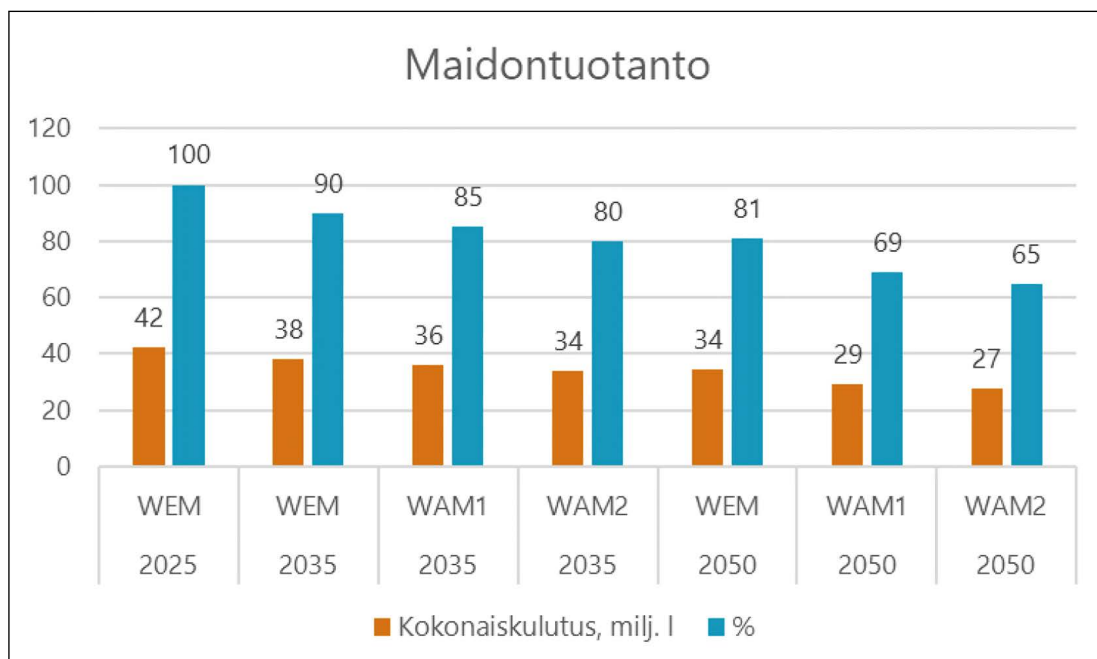
Korvattaessa vilja-alaa palkoviljoilla ei energiankulutus kasvuston perustamiseen ja hoitoon liittyen oleellisesti muutu. Pienemmästä siemensadosta huolimatta voi palkoviljojen leikkupuinnin olettaa kuluttavan saman verran energiaa kuin viljojen, koska puintikoneiston läpi menevä kokonaisuudessa on usein samaa luokkaa kuin ohran. Sen sijaan palkoviljojen isojen siementen kuivaaminen on hitaampaa ja siten enemmän energiaa kuluttavaa kuin pienempien viljan siementen. Ratkaisevin kuivauksen energiankulutuksessa on kuitenkin lähtökosteus, joka vaihtelee paljon niin viljoilla kuin palkoviljoillakin tuleentuneisuudesta ja puintioloista riippuen ja jonka keskimääräisistä eroista viljojen ja palkoviljojen välillä ei ole olemassa tilastoja.



Palkoviljojen kuivaaminen vaatii energiaa enemmän kiloa kohti. Palkoviljojen hehtaarisato on kuitenkin keskimäärin kolmanneksen pienempi kuin viljojen. Oletamme näiden tekijöiden kompensoivan toisensa, eli palkoviljojen ja viljojen kuivauksessa kuluvan saman verran energiaa hehtaaria kohti. Kaikkiaan siis oletetaan, että viljojen korvaaminen palkoviljoilla ei lisää eikä vähennä koneketjun energiankulutusta.

### 7.2.6. MAIDONTUOTANTO

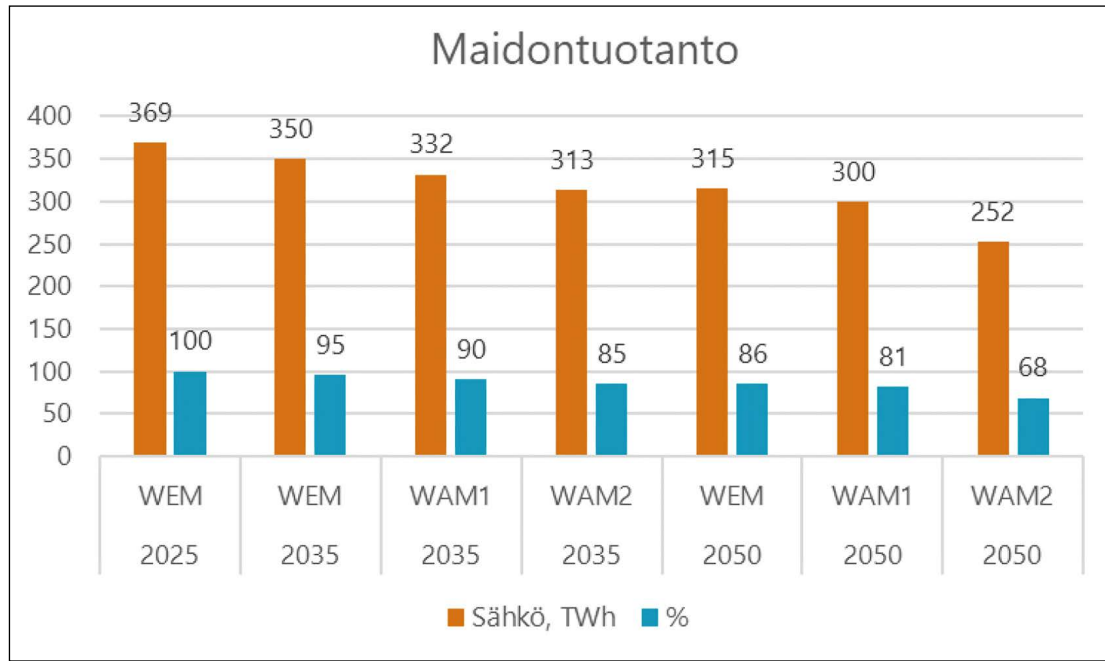
Maidontuotannon energia-arvojen taustalla on 55 maidontuotantotilalle ProAgrian asiantuntijoiden eri puolilta Suomea tehdyistä Maatilan energiasuunnitelmista (Kari, 2015). Keskimäärin laskelemien tiloilla on 50 lypsävää, 92 ha peltoa ja vilja-ala 40 ha. Viljasta säilötään kuivaamalla 90%. Tuotantorakennusten lämmitetty pinta-ala on 497 m<sup>2</sup>. Tämän tiekartan laskelmissa on tuotantorakennuksen energiakulutuksen keskimääräisenä lukuna 278 kWh 1000 maitolitraa kohti ja peltoviljelyssä pääosin samoja mallilaskelmia kuin kasvinviljelyn energialaskelmissa. Peltoviljelyn laskelmiin on lisätty säilörehunurmien ja laidunnuksen laskelmat. Maidontuotantotilojen kokoluokat laskelmissa ovat 70 ja 300 lypsävää, joka käytännössä tarkoittaa yhden ja neljän lypsrobotin maitotilaa. Peltoviljelyn lähtökohtana on omavarainen karkea- ja väkirehujen tuotanto, jossa kasveina ja pinta-aloina on käytetty Luonnonvarakeskuksen Kajavan ja Sairasen (2024) julkaisemia tutkimustuloksia. Viljelykierrossa on laidun, säilörehunurmet (1,06 ha/lehmä), kaura, ohra, härkäpapu ja rypsi.



**Kuva 7.6.** Maidontuotannon polttoöljyn kulutus lähtötilanteessa WEM 2025 ja skenaariot (WAM1 ja WAM2 vuosille 2035 ja 2050).

Merkittäviä energiakuluttajia navetassa ovat rehunjako, lypsy ja maidonkäsittely. Sähkön osuus navetan kokonaisenergian kulutuksessa on n. 80 % ja loput traktorityön osuutta (Kari, 2015). Käytössä oleva ruokintajärjestelmä vaikuttaa em. kulutussuhteena, rehukeittiön ruokintarobotti automaattisine täyttöpöytineen voi tarkoittaa, että lähes kaikki navetassa käytetty energia on sähköä. Automaattisen lypsyn lisäksi lannanpoisto, parsien kuivitus ja ruokintapöytien harjaus ovat automatisoitavissa. Laskelmissa on huomioitu maatalouden rakennekehitys uuden ennusteen mukaisesti (Niemi 2024)

Maidontuotannossa polttoöljyn (Kuva 7.6) suhteellinen muutos eri skenaarioissa on pienempi verrattuna kasvinviljelyyn (Kuva 7.3). Peltoviljelyssä polttoöljyn käytön vähentämiseen on pitkälti samat keinot kuin kasvintuotannossa. Viljan kuivauksen sijaan viljan voi säilöä muita menetelmiä kuten murskesäilöntää käyttäen. Navetassa ruokinta-automaation lisääminen vähentää polttoöljyn kulutusta. Rehuntuotannon omavaraisuus, tilalla tuotettu karkea- ja väkirehu, on huoltovarmuutta lisäävä ratkaisu, jonka merkitys korostuu nykyisessä maailmanpoliittisessa tilanteessa.



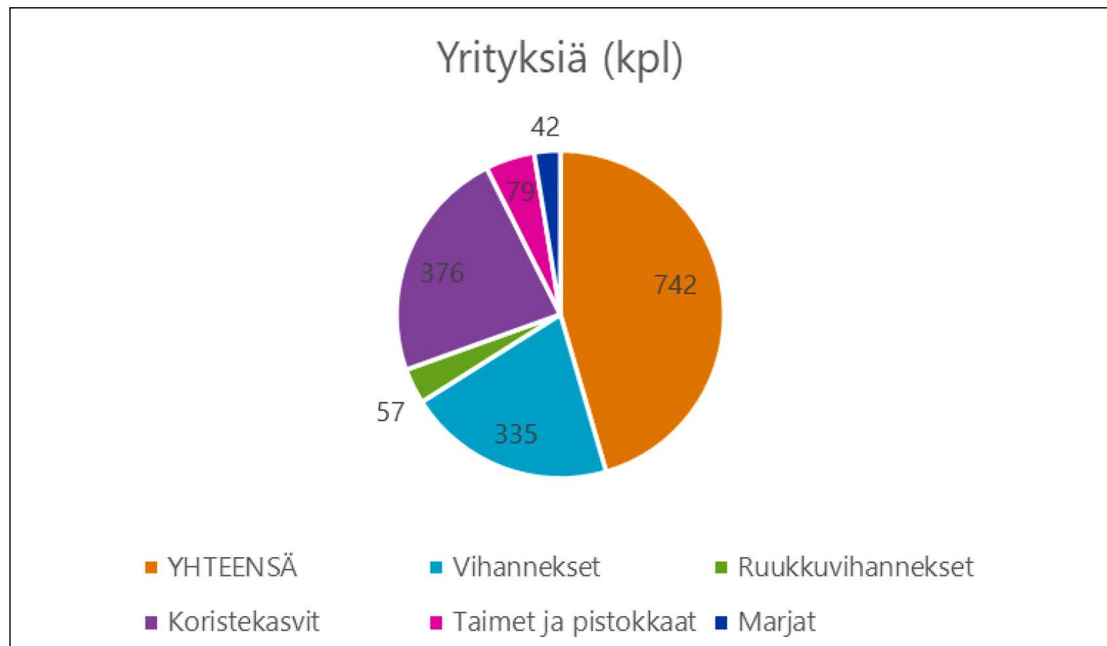
**Kuva 7.7.** Maidontuotannon sähkönkulutus lähtötilanteessa WEM 2025 ja skenaariot (WAM1 ja WAM2 vuosille 2035 ja 2050).

Maidontuotannossa sähkönkulutuksen muutos on laskelmien mukaan suhteellisen pieni verrattaessa lähtötilannetta v. 2035 ja v. 2050 WAM1- ja WAM2 -skenaarioihin. Tulevaisuudessa maidontuotanto laskee hiukan, mutta tilamäärässä muutos, 3700 maitotilaa v. 2025 ja 1875 tilaa v. 2035, on ennusteiden mukaan merkittävä. Vuonna 2050 saattaa olla vain 1000 maidontuotantotilaa. Jo nyt on mahdollista, että lähes kaikki tuotantorakennuksessa kulutettu energia on sähköä, rehuntuotannossa käytettävä energia noudattaa samoja linjoja kasvinviljelyn kanssa. Toki maitotiloilla kasvinviljelytilaan verrattuna polttoainetta kuluu paljon lannankäsittelyn työvaiheissa ja säilörehun korjuussa.

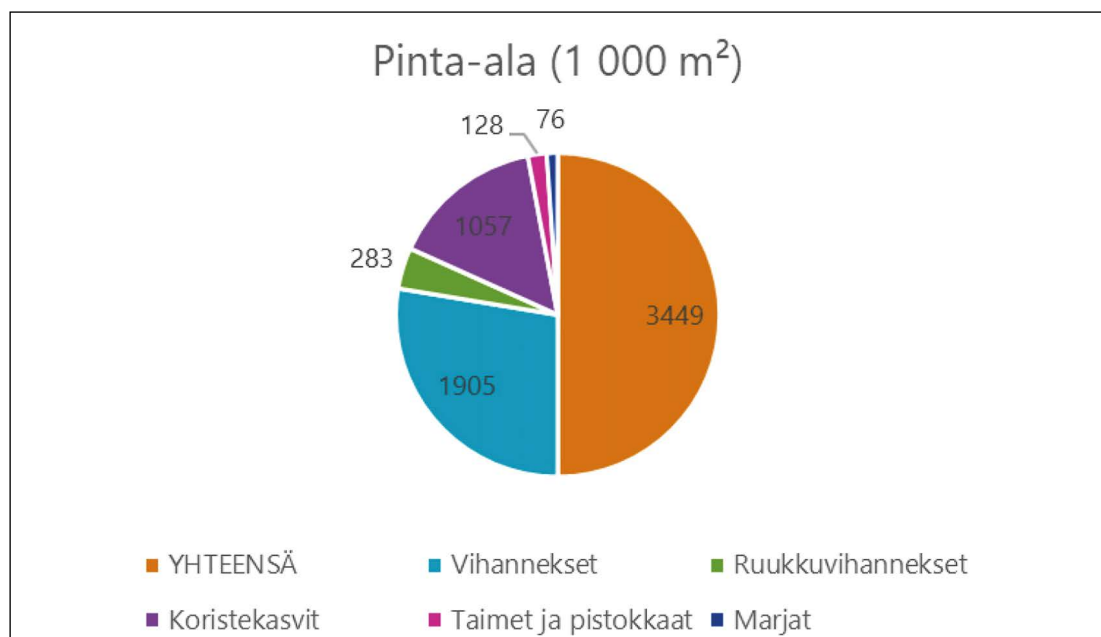
### 7.2.7. KASVIHUONETUOTANTO

Kasvihuonetuotannon tuotantopanoksina huomioitiin ainoastaan energiapanokset. Kasvihuoneissa käytetään sekä lämpö- että sähköenergiaa, joista saatiin tiedot Luonnonvarakeskuksen energiatilastoista jaoteltuna energialähteittäin. Luonnonvarakeskuksen energiakyselyn mukaan ostolämmön alkuperästä noin 50 % on uusiutuvaa energiaa, 25 % öljyä ja 25 % muuta alkuperää, todennäköisesti turvetta. Tämä on kuitenkin ristiriidassa aiemman, vuodelle 2017 tehdyn arvion kanssa, jossa oletettiin 80 % olevan uusiutuvaa energiaa ja 20 % turvetta. Energiategollisuudesta saadun asiantuntijalausannon mukaan energiatilaston kyselyn arvot öljylle ovat liian korkeat ja uusiutuville liian matalat. Tutkimuksessa päädyttiin käyttämään Energiategollisuus ry:ltä saatua asiantuntija-arviota, jonka mukaan yleisempien, pienten kaukolämpöyhtiöiden energiaprofiili oli vuonna 2020 77 % uusiutuvaa, 17 % turvetta ja 3 % öljyä ja muita polttoaineita 5 % ja vuonna 2017 72 % uusiutuvaa, turvetta 17 %, öljyä 3 % ja muita polttoaineita 8 %. Muu polttoaine oletettiin laskelmissa maakaasuksi. Vihreän sähkön osuus perustui Kauppapuutarhaliiton kyselyihin.

Tehtyjen kyselyiden mukaan 33 % sähköstä on vihreää sähköä. Tämä ei juurikaan eroa vuoden 2017 kyselystä, jossa vihreää sähköä arvioitiin olevan 30 %. (Silvenius et al. 2022)



Kuva 7.8. Kasvihuonetuotannon jakauma v. 2023.



Kuva 7.9. Kasvihuoneyritysten pinta-ala eri kasviryhmissä v. 2023.

### 7.3. AURINKOSÄHKÖN KEHITYS

Vuoden 2020 ilmastotiekartassa aurinkosähköntuotannon ennustettiin kasvavan lineaarisesti vuoteen 2050 asti, kun asennusten lukumäärä ja tehokoko kasvavat tarkastelujakson loppua kohden (taulukko 7.10) Tässä raportissa aurinkosähkölle käytetään samoja WAM1- ja WAM2-skenaarioita kuin 2020, sillä niiden arvioidaan olevan edelleen ajantasaisia. Sen sijaan WEM-skenaarion kehitystä on päivitetty, koska vuoden 2022 aurinkovoimatuotannosta maataloilla (38 GWh) ylittää vuonna 2020 tehdyn arvion vuoden 2035 tuotannosta (35 GWh) (taulukko 7.10).

Maatilojen aurinkosähkökehityksestä on rajallisesti dataa saatavilla. Ruokavirastolta saadusta maatilojen energiainvestointidatasta voidaan kuitenkin tehdä karkeita arvioita vuosien 2015-2022 kehityksestä. Tällä aikavälillä maatilojen aurinkosähköasennuksia tehtiin 1155 kpl, joiden yhteenlaskettu vuosituotanto on laskennallisesti arvioitu n. 38 GWh suuruiseksi. Tällöin nykyinen maatilojen aurinkosähkö kehitys olisi jo nyt ylittänyt WEM-skenaarion odotukset vuosituotannosta vuodelle 2035, ja olisi maatilojen aurinkosähkö kehitys olisi trendiltään lähempänä WAM1-skenaarion uraa. On kuitenkin huomioitava, että merkittävä osa investoinneista on kohdistunut vuodelle 2022, jolloin sähkön hinnat olivat poikkeuksellisen korkeat ja aurinkoenergian omatuotanto erityisen houkuttelevaa. On myös mahdollista, että sähkön hintapiikki on myös jouduttanut sellaisia investointeja, jotka olisivat muutoin toteutuneet seuraavien vuosien aikana. Tällöin maatilojen aurinkosähköinvestointien kasvu voisi hetkellisesti hidastua vuoden 2022 jälkeen. Datan perusteella ei kuitenkaan voida arvioida edellä mainittujen ilmiöiden vaikutusta.

Mikäli aurinkosähkö korvaa ostosähköä, aurinkosähkö päästöjä vähentävä vaikutus on jo nyt melko pieni, ja laskee entisestään vuosille 2035 ja 2050, kun sähköntuotanto kokonaisuudessaan muuttuu vähähiilisemmäksi. Energiategollisuuden 2020 tiekartan (AFRY, 2020) skenaarioissa suomalaisen sähköntuotannon ominaispäästökerroin laskee nykytasolta (38g CO<sub>2</sub>/kWh, Fingrid, 2024) tasolle 1g CO<sub>2</sub>/kWh vuonna 2050. Vaikka aurinkosähkö päästöjä vähentävä vaikutus pienenee suhteellisesti, sen taloudellinen merkitys viljelijälle voi olla jatkossakin olla merkittävä ja kasvaa huomattavasti, mikäli sähkön hinnanvaihtelut lisääntyvät ja sähkön siirtohinnat nousevat edelleen tulevaisuudessa. Tässä arvioissa ei oteta huomioon viljelijöiden mahdollisia osakkuuksia suurissa aurinkovoimainvestoinneissa, vaan ainoastaan maataloilla maatalouden yhteydessä tehtävät aurinkovoimainvestoinnit.

**Taulukko 7.1.** Maatilojen aurinkosähkönn tunnusluvut eri skenaarioissa ja vuonna 2022. Voimaloiden lukumäärän kasvu on tässä suuntaa antava, ja se voi olla selvästi suurempi, jos pienikin aurinkovoimainvestointi, esim. yksittäinen paneeli, katsotaan ”voimalaksi”. Osa voimaloista maataloilla voi olla melko suuriakin maatilojen yhteistyönä toteutettuja. Olennaista on vuosituotannon kehitys maatilojen lukumäärän vähentyessä ja koon suurentuessa.

	WEM		WAM 1		WAM 2		Tilanne 2022
	2035	2050	2035	2050	2035	2050	
Vuosituotanto, GWh	50	80	70	140	140	235	38
Kumulatiivinen teho, MW	50	90	80	160	160	270	n/a
Voimaloiden määrä, kpl	1800	2900	2700	3500	3100	3700	1155

## 8. MAATALOUDEN BIOKAASUTUOTANTO

### TIIVISTELMÄ BIOKAASUSTA:

*Maatalouden biomassoissa, siis kotieläintuotannon lannoissa ja erilaisissa kasvibiomassoissa, on suurin käyttämätön biokaasutuotannon potentiaali. Niissä, etenkin lannassa, on myös eniten ravinteita, jotka tulisi kierrättää nykyistä paremmin. Edellyttäen, että kirjoitushetkellä suunnitteilla olevat suuret maatalouden syötemateriaaleja hyödyntävät biokaasulaitokset toteutuvat, voi lannoista ja apilanurmista tuottaa biokaasuenergiaa jo vuonna 2035 vähintään yhden terawattitunnin verran (WEM-skenaario). Tämän jälkeen biokaasutuotannon nousu riippuu pääasiassa nurmien biokaasukäytön kasvusta. Suurimmillaan tässä työssä lannan ja nurmen energiantuotoksi arvioitiin 3,6 terawattituntia (WAM2-skenaario, jossa nurmiala biokaasukäyttöön korkeimmillaan 150 000 ha vuonna 2050). Työssä ei huomioitu mahdollista biokaasun hiilidioksidin metanoitua (e-metaanin tuotto). Biokaasuenergiasta 70 % arvioitiin päätyvän biometaanina liikennepolttoaineeksi (suuret ja pääosa keskikoon laitoksista) ja loput yhdistettyyn sähkön ja lämmön tuotantoon (tilakohtaiset laitokset ja osa keskikoon laitoksista). Samalla tehostetaan ravinteiden kierrätystä ja korvataan mineraalilannoitteita. Karkeasti arvioitu saavutettava kasvihuonekaasujen päästövähennys, joka kohdentuu pääasiassa energia- ja teollisuusprosessien sektoreille, on skenaarioiden välillä seuraava: WEM 0,385 Mt CO<sub>2</sub> ekv, WAM1 0,523 Mt CO<sub>2</sub> ekv, WAM2 0,854 Mt CO<sub>2</sub> ekv (biometaani ja puolet lämmön energiasta korvaavat dieseliä ja polttoöljyä ja kierrätyslannoitevalmisteet korvaavat mineraalilannoitteita). Lisäksi päästövähennyksiä on saavutettavissa lannankäsittelyn päästöjen vähenemänä, joita ei tässä työssä kuitenkaan arvioitu. Tuotettu sähkö ja puolet lämmöstä ovat maatalouden kädenjälkeä ja osana muita uusiutuvia lähteitä (WEM: 0,29 TWh, WAM1: 0,40 TWh, WAM2: 0,66 TWh).*

Maatalouden biomassoissa on suurin ja kirjoitushetkellä vielä paljolti käyttämätön biokaasutuotantopotentiaali. Vaikka suurin energiapotentiaali biokaasuna on kasvibiomassoissa, etenkin erilaisissa nurmissa, kotieläintuotannon lanta sisältää suurimman osan Suomen kierrätettävissä olevista ravinteista ja toimii erinomaisena perussyötteenä biokaasulaitoksessa. Vaikka biokaasutuotanto maatalouden biomassoista vähentäisi pääasiassa kasvihuonekaasupäästöjä energiasektorilla fossiilisia polttoaineita korvattaessaan, jää osa päästövähennyksistä myös maataloussektorille muun muassa lannankäsittelyn päästöjen vähentymisenä.

Tässä raportissa biokaasutuotantoon ohjataan lantojen lisäksi apilanurmia, jotka kuvastavat keskimääräistä, vähäisin tuotantopanoksien (typpilannoitus) tuotettavaa nurmimassaa. Päätrendinä maatalouden biokaasutuotannossa on kirjoitushetkellä märkäprosessiin (ts. syöteseoksen kuiva-ainepitoisuus maksimissaan luokkaa 15 % ja mädäte pumpattavissa) perustuva lannan ja nurmisyötteen mädätys, ilman olkia tai vähäisen olkimäärän kera. Koska erityistä mielenkiintoa olkibiokaasun kehittämiseen, saati investointeihin ei näyttäisi olevan ja tiedossa olevissa laitoksissa ja laitossuunnitelmissa oljen osuus syöteseoksissa on vähäinen, sen käytön katsottiin olevan pienimuotoista ja siten vaikutukseltaan tuotetun energian määrään pieni. Laskennassa ei myöskään ole huomioitu elintarviketeollisuuden vielä osin hyödyntämättömiä sivuvirtoja, jotka saattavat tulla hyödynnetyiksi yhdessä maatalouden biomassojen kanssa samoissa biokaasulaitoksissa. Näitä sivuvirtoja ohjautuu biokaasulaitoksiin osin jo kirjoitushetkellä, ja suunnitteilla olevissa maatalouden laitoksissa niitä on arvioitu käytettävän tulevaisuudessa enenevästi biokaasutuotannossa.

### MATERIAALIT JA MENETELMÄT

Kotieläintuotannon lannat laskettiin lantana suoraan eläinsuojista poistettuina (ex housing) pois lukien laitumelle ja jaloittelutarhoihin jäävän lannan osuus. Tieto lannan määrästä ja



ominaisuuksista laskettiin Luonnonvarakeskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen yhteisen Suomen normilanta –järjestelmän avulla (Luostarinen ym. 2017a,b) käyttäen nykytila-arviossa eläinmäärinä tilastotietoa vuodelle 2022 (Luonnonvarakeskus) sekä Dremfia-mallin tuottamia arvioita eläinmääristä vuosille 2035, 2040 ja 2050 PEIKKO-hankkeen PEIKKO-Maatalous-WEM-Low-skenaariion mukaisina (Koljonen ym. 2024). Em. skenaariorissa maidontuotanto vähenee hitaasti 2030 jälkeen kotimaisen kysynnän asteittain vähentyessä, mutta nautaeläinten lukumäärä vähenee selvästi nopeammin, koska lypsylehmien keskituotos kasvaa ja sen mukana lypsylehmien ja muun nautakarjan määrä vähenee. Nautaeläinten tuottaman lannan määrä laskee vuoden 2022 määrästä 30 % vuoteen 2050 mennessä ja sikojen 37 %. Siipikarjatuotanto kasvaa, mutta sen tuottaman lannan määrä biokaasutuotantoa ajatellen on vähäinen eikä korvaa muun lannan vähenemistä. Lantojen energiapotentiaali biokaasuna laskettiin samalla menetelmällä kuin vuoden 2020 maatalouden ilmastotiekartassa (Lehtonen ym. 2020).

Nurmi olisi enimmäkseen apilanurmea tai jotain muuta palkokasvia sisältävää nurmista. Apila-heinäseoksena viljeltävä nurmi, jolla on myös laajoissa aineistoissa todennettu (Peltonen-Sainio ym. 2019, 2024) hyvä esikasviarvo viljakasveille biologisen typensidonnan ja maan rakennetta parantavan juuriston ansiosta, tuotetaan rehunurmen ja muiden kasvien viljelykiertoissa sivutuotteena.

Biokaasutuotantoon päätyvän nurmen tuotantopinta-alan arvioitiin olevan biokaasutuotannon kannustimia sisältävissä WAM-skenaarioissa vuoteen 2050 mennessä 80 000 ha (WAM1) ja 150 000 ha (WAM2). Tarvittu peltoala vapautuu viljelyn monipuolistuessa sekä viljalta että rehunurmilta. Viljan viljelyala vähenee runsaat 100 000 ha rehuviljan kysynnän hitaasti vähentyessä ja viljan satotason noustessa (WEM-skenaariossa 0 %, WAM1-skenaariossa +5-10 %; WAM2-skenaariossa +15 % vuoteen 2050). Lisäksi rehunurmien viljelystä vapautuu peltoalaa noin 100 000 ha 2030-luvulla nautakarjan kokonaismäärän ja sen rehunkulutuksen vähentyessä ja nurmen satotason noustessa WAM1- ja WAM2-skenaariossa monipuolisemman viljelyn tuoman esikasviarvon sekä lämpenevään ilmastoon ja pitenevään kasvukauteen sopivien uusien kasvilajikkeiden myötä (Peltonen-Sainio & Jauhiainen 2020). Vaikka osa vapautuvasta viljelyalasta käytetään palkoviljojen ja öljykasvien alojen kasvattamiseen, biokaasunurmille jää WAM1-skenaariossa vähintään 80 000 ha ja WAM2-skenaariossa jopa 150 000 ha peltoalaa. Pellot ovat pääasiassa Etelä-Suomen savi- ja kivennäismailla, joille tarvitaan hiilisyötettä ja joiden läheisyydessä ei välttämättä ole nurmelle rehukäyttöä. Myös turvemaiden nurmia voisi käyttää edellyttäen, että ne ovat viljelykierron sivuvirtoja, ei suoraan biokaasutuotantoon tuotettuja nurmia. Esimerkiksi ympäristökorvaukseen määritelty ”turvepeltojen nurmi” -toimenpiteen nurmet voisivat ohjautua biokaasulaitoksiin. Pääosa turvemaiden käytön muutoksista koskee kuitenkin niiden käyttöä kosteikkoina, metsityksessä sekä rehuntuotannossa säätösalaojitettuna peltona. WAM 2-skenaariossa käytetyt kivennäismaiden peltoalat biokaasunurmiksi eivät johda kesantoalan vähennyksiin, mikä olisi luonnon monimuotoisuuden ja sen tavoitteiden kannalta vahingollista (MTK & SLC 2024). Suuremmat peltoalat biokaasunurmiksi voisivat vaarantaa kesanto- ja muiden luonnonhoitoalojen kehityksen ja niihin liittyvät tavoitteet liittyen myös vesistökuormituksen hillintään.

Satotasoksi ilmastotiekartan WEM- ja WAM1-skenaarioissa valittiin keskimääräinen 5500 kg kuiva-ainetta/ha (FootprintBeef-hanke: ProAgrian lohkotietopankki nautakarjatilojen nurmien viljelystä vuosilta 2002–2011). Tätä suuremmat sadot voivat olla mahdollisia ilmaston lämpenemessä, jolloin kasvukausi pitenee ja sen lämpösumma kasvaa, mikä taas edesauttaa apilakasvien kasvua ja niiden biologista typensidontaa. WAM2-skenaariossa oletettiin saatavan noin 6 500 kg/ha kuiva-ainesato biokaasunurmista vuoteen 2050 mennessä. Biokaasuksi ohjautuvan nurmen ominaisuustiedot perustuvat Luonnonvarakeskuksen omiin tutkimuksiin ja kirjallisuuteen (Taulukko 8.1). Lantojen ja nurmien energiapotentiaali biokaasuna laskettiin samalla menetelmällä kuin vuoden 2020 maatalouden ilmastotiekartassa (Lehtonen ym. 2020).

**Taulukko 8.1.** Laskennassa käytetyt apilanurmen ominaisuudet.

Apilanurmi	
TS (%)	26,2
VS (%)	24,1
Ntot (g/kg)	11,02
Ptot (g/kg)	0,693
CH <sub>4</sub> -potentiaali (m <sup>3</sup> /tVS)	290

Laskennassa oletettiin biokaasunurmen tuotannon perustuvan apila-heinänurmiin sekoitukseen, joita lannoitetaan maltillisesti (78 kgN/ha) pääosin biokaasulaitosten mädätysjännöksillä ja hyödyntäen apiloiden biologista typensidontaa, jolloin myös lannoituksen satovaste on korkea. Apilan biologinen typensidonta nurmiseoskasvustossa toisi kasvien käyttöön noin 30–50 kg/ha tyyppä riippuen apilakasvien osuudesta kasvustossa ja nurmikasvuston iästä. Apilan kasvu ja typensidonta ovat yleensä huipussaan toisena ja kolmantena vuonna nurmikasvuston perustamisesta. Rehunurmen tuotannossa on Suomessa saatu etenkin lypsykarjatiloilta selvästi tässä laskennassa käytettyjä keskiarvoja korkeampia satoja, joillakin tiloilla toistuvasti jopa yli 10 000 kg kuiva-ainetta/ha. Tällöin on kuitenkin yleensä kyse heinänurmiin viljelystä korkean väkilannoituksen kasvattamana, mitä biokaasunurmiin tuotannossa ei todennäköisesti suurten viljelyn aikaisten päästövaikutusten takia ja kestävyyskriteerien saavuttamiseksi laajalti käytettäisi. Apilanurmista on ajoittain saatu suotuisina vuosina korkeampia satoja, etenkin nurmen perustamista seuraavina toisena tai kolmantena satovuonna. Kuitenkin runsas lannoitus ja useampi korjuu kerta heikentää apilan osuutta nurmessa, mikä vähentää myös luonnon monimuotoisuutta. Lisäksi oletetaan, että WAM2-skenaariossa biokaasunurmiin sadot nousevat vuoteen 2050 mennessä lähes 20 % seurauksena apila-heinänurmiin viljelyn onnistuneesta sopeutumisesta lämpenevään ilmastoon.

Oletettuja satoja korkeampien satojen saavuttaminen edellyttää myös onnistunutta kasvinsuojelua etupäässä viljelykiertojen keinoin. Tällöin apila-nurmiseosten osuus koko peltoalasta maatilalla ei voi nousta liian suureksi, jotta samalla peltolohkolla voidaan pitää riittävästi väli vuosia apilanurmikasvustojen välissä. Kotieläintiloilla heinänurmiin tulee jatkossakin olemaan enemmän kuin apila-heinänurmiä myös siitä syystä, että lannanlevitys on helpompaa ja joustavampaa heinänurmiin, joille voidaan levittää enemmän lantaa typpilannoitteeksi kuin apila-heinänurmiin, mikä tukee myös maatalojen taloutta (Lehtonen & Niskanen 2016). Biokaasunurmiin kokonaisalasta kuitenkin merkittävä osa viljeltäisiin etenkin WAM1- ja WAM2 –skenaarioissa osana kasvitilojen viljelykiertoa, mikä antaa mahdollisuuden lisätä biokaasunurmiin alaa selvästi suuremmaksi, kuin mitä se pelkästään kotieläintiloilla osana muuta nurmirehujen tuotantoa olisi mahdollista. Näin myös apila-heinänurmiin esikasvivaikutukset saadaan paremmin ja laaja-alaisemmin hyödynnettyä, mikä tukee myös viljojen ja muiden yksivuotisten kasvien satotasojen kehitystä sekä maatalojen taloutta (Tzemi & Lehtonen 2022, Tzemi ym. 2024).

Kasvihuonekaasujen päästöjen karkea arviointi toteutettiin samoin kuin vuoden 2020 maatalouden ilmastotiekartassa (Lehtonen ym. 2020).

## TULOKSET

### **LANNAN TEOREETTINEN ENERGIAPOTENTIAALI BIOKAASUNA**

Suomen kotieläintuotannon lannan määrä laskee nautojen ja sikojen lukumäärän asteittaisen vähenemisen vaikutuksesta selvästi vuoteen 2050, samoin kuin sen orgaanisen aineksen ja ravinteiden määrät (Taulukko 8.2). Kotieläintuotannon muutokset heijastuvat myös lannan

teoreettiseen energiapotentiaaliin biokaasuna (kaikki lannat biokaasutuotantoon), joka laskee vuoden 2022 potentiaalista 3,53 TWh/vuosi vuoden 2050 potentiaaliin 2,76 TWh.

**Taulukko 8.2.** Kotieläintuotannon lantojen määrä sekä niiden orgaanisen aineksen (VS) ja ravinteiden (typpi N, fosfori P) sisältö sekä teoreettinen energiapotentiaali biokaasuna tarkasteluvuosina.

Vuosi	Lanta* (milj.t/vuosi)	VS (t/vuosi)	Ntot (t/vuosi)	Ptot (t/vuosi)	Energiapotentiaali biokaasuna (TWh/vuosi)
2022	13 065 515	1 726 241	70 327	14 857	3,53
2035	11 586 671	1 585 298	66 854	14 691	3,21
2040	10 997 261	1 536 893	65 163	14 590	3,11
2050	9 316 842	1 366 862	56 277	12 837	2,76

\*lanta eläinsuojasta (ex housing) pois lukien laitumille ja jaloittelutarhoihin eritetty lanta

## ARVIO TOTEUTETTAVISSA OLEVASTA MAATALOUDEN BIOKAASUTUOTANNOSTA

### Nykytila

Vuonna 2023 arvioitiin kotieläintuotannon lannoista päätyvän biokaasulaitoksiin noin 350 000 tonnia (Luonnonvarakeskuksen keräämät tiedot, Suomen biokierto ja biokaasuyhdistys ry:n laitoskartta ja investointien tiedot 2024). Tästä pääosa on nautojen (noin 240 000 t) ja sikojen (noin 117 000 t) lantoja. Verrattuna vuoden 2022 laskennalliseen lantamäärään tämä vastaa 2,7 % kaikesta kotieläintuotannossa muodostuvasta lannasta. Lantojen tyypeä laitoksiin päätyi arvion mukaan 1465 tonnia ja fosforia 284 tonnia (molemmat noin 2 % kaikista lantaravinteista). Laskennallisesti lantojen energiantuotto olisi tällöin 0,084 TWh (Taulukko 8.3).

Nurmia biokaasulaitoksiin arvioitiin päätyvän 2266 hehtaarilta, joka tässä laskennassa käytetyn apilanurmen tiedoilla tarkoittaisi 48 000 tonnia tuorepainona tai 12 600 tonnia kuiva-aineena. Tyypeä nurmessa oli tällöin 529 tonnia ja fosforia 33 tonnia.

**Taulukko 8.3.** Lantojen energiantuotto biokaasuna nykytilassa ja vuosina 2035, 2040 ja 2050 eläinryhmittäin.

Energiantuotanto lannoista (TWh/vuosi)	2023	2035	2040	2050
Naudat	0,062	0,558	0,644	0,732
Siat	0,020	0,101	0,126	0,137
Siipikarja	0,002	0,041	0,055	0,084
Lampaat ja vuohet	0,000	0,000	0,000	0,000
Hevoset	0,000	0,031	0,046	0,062
Turkiseläimet	0,000	0,013	0,021	0,027
<b>Yhteensä</b>	<b>0,084</b>	<b>0,74</b>	<b>0,89</b>	<b>1,04</b>

### WEM-skenaario

Lantaa ohjautuu biokaasulaitoksiin vuonna 2035 2,8 miljoonaa tonnia. Pääosa on nautojen ja sikojen lantoja, mutta myös siipikarjan, hevosten ja turkiseläinten lantaa mädätetään (Taulukko 8.3). Merkittävä lisäys lantapohjaisessa biokaasutuotannossa selittyy erityisesti investoinneilla suuriin maatalouden biokaasulaitoksiin. Myös pienempiä laitoksia rakennetaan. Vuosiin 2040

ja 2050 mennessä lannan käyttö nousee maltillisesti huolimatta lannan kokonaismäärän laskusta. Vuonna 2040 lantaa ohjautuu biokaasulaitoksiin 3,3 miljoonaa tonnia ja vuonna 2050 3,7 miljoonaa tonnia. Laitoksia rakennetaan enemmän tila- ja keskikokoluokassa, sillä suurten laitosten rakentuminen kotieläintuotannon keskittymiin tapahtui jo aiemmin. Kasvava tilakoko lisää mahdollisuuksia tilakohtaisiin laitoksiin ja toisaalta lantayhteistyö tilojen välillä yleistyy.

WEM-skenaariossa nurmea ohjautuu erityisesti pienempiin laitoksiin, joissa nurmen määrät pysyvät alhaisina lantaan verrattuna, jolloin kestävyyskriteerit eivät niissä rajoita nurmen käyttöä. Myös suurissa laitoksissa erilaisia ylijäämänurmia hyödynnetään, mutta peltoala biokaasunurmelle pysyy maltillisena (40 000 ha vuoteen 2050 mennessä).

Lannan käyttö biokaasutuotannossa on sama kaikissa tarkastelluissa ilmastotiekartan skenaarioissa, ja se kasvaa vuosien myötä suuremmaksi osuudeksi kaikesta tuotetusta lannasta siitä huolimatta, että lannan kokonaismäärä samalla vähenee (Taulukko 8.4). Lannan käyttö nousee vuoteen 2035 mennessä erityisesti suurissa maatalouden biokaasulaitoksissa, joita kirjoitushetkellä on useita suunnitteilla. Vuoteen 2040 ja 2050 mennessä kasvua tapahtuu enemmän tilakokoluokan ja keskikoon biokaasulaitoksissa, kun kotieläintilojen koko kasvaa ja laitosten taloudellinen kannattavuus on saavutettavissa yhä useammalla tilalla ja toisaalta tilat pyrkivät laajempaan yhteistyöhön lannan hyödyntämisessä.

Sen sijaan energiantuoton kannalta keskeisen nurmen käyttö biokaasulaitoksissa kasvaa maltillisesti. Biokaasulaitosten määrän kasvaessa nurmisyötteen osuus kasvaa (Taulukko 8.4, Kuva 8.1, Taulukko 8.5).

Lannasta ja nurmesta tuotetusta energiasisällöstä 70 % päätyy biometaanin tuotantoon ja 30 % sähkön ja lämmön yhteistuotantoon (CHP). Tämä johtuu siitä, että pääosassa keskikokoisia laitoksia ja kaikissa suurissa laitoksissa tuotetaan biometaania liikenteen ja teollisuuden käyttöön, kun taas tilakohtaisista laitoksista pääosa tuottaa tilan omaan käyttöön sähköä ja lämpöä. Hyötysuhteet huomioiden biometaanintuotanto nousee vuoteen 2050 mennessä 1,21 TWh:in ja CHP-tuotannossa sähköä muodostuu 0,172 TWh ja lämpöä 0,245 TWh (Taulukko 8.6, Kuva 8.2).

#### *WAM1-skenaario*

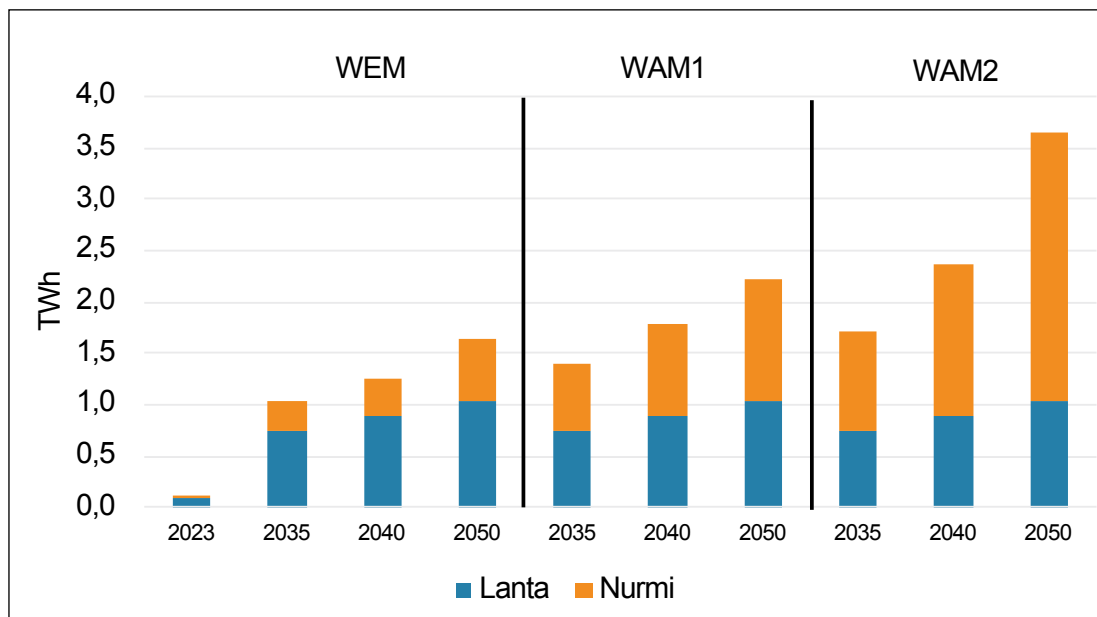
Lannan ohjautuminen biokaasutuotantoon on sama kuin WEM-skenaariossa, ja muutos biokaasutuotannossa selittyy nurmen käytön kasvulla. WAM1-skenaariossa oletetaan, että kestävyyskriteerit ovat tiukat ja vaikuttavat edistyneiden uusiutuvien polttoaineiden kysyntään. Nurmen määrät biokaasuntuotannossa kasvavat maltillisesti ollen vuonna 2050 80 000 ha alalta korjattu sato. Nurmen käyttö yleistyy laitoksissa ja pieniä ja keskikoon laitoksia tulee lisää (Taulukko 8.4, Kuva 8.1, Taulukko 8.5).

#### *WAM2-skenaario*

Lannan ohjautuminen biokaasutuotantoon on sama kuin WEM-skenaariossa ja muutos biokaasutuotannossa selittyy nurmen käytön kasvulla. Oletuksena on, että kestävyyskriteerit eivät juurikaan rajoita tuotantoa, koska nurmen tuotannolla haetaan kestävää käyttöä maatalousmaalle. Lisäksi ilmastonmuutos mahdollistaa apilanurmen suuremman sadon, mikä edelleen nostaa biokaasun tuotantomääriä (Taulukko 8.4, Kuva 8.1, Taulukko 8.5).

**Taulukko 8.4.** Biokaasun syötemateriaalit eri skenaarioissa energia- ja ravinnesisältöineen

	WEM				WAM1			WAM2		
	2023*	2035	2040	2050	2035	2040	2050	2035	2040	2050
<b>Lanta biokaasuksi</b>										
Osuus kaikesta lannasta (%)	2,73	25	30	40	25	30	40	25	30	40
Energia (TWh)	0,084	0,74	0,89	1,04	0,74	0,89	1,04	0,74	0,89	1,04
Typpi (t)	1465	15818	19208	21856	19747	21307	21856	19747	21307	21856
Fosfori (t)	284	3396	4289	4996	4331	4767	4996	4331	4767	4996
<b>Nurmi biokaasuksi</b>										
Nurmiala (ha)	2266	20000	25000	40000	45000	60000	80000	65000	100000	150000
Energia (TWh)	0,03	0,30	0,37	0,59	0,67	0,89	1,18	0,96	1,48	2,60
Typpi (t)	529	4669	5836	9338	10505	14006	18675	15174	23344	41010
Fosfori (t)	33	294	367	587	661	881	1174	954	1468	2579



**Kuva 8.1.** Arvioitu biokaasutuotanto nurmesta ja lannasta eri skenaarioissa.

**Taulukko 8.5.** Maatalouden biokaasulaitosten määrä (kpl).

		WEM			WAM1			WAM2		
	2023	2035	2040	2050	2035	2040	2050	2035	2040	2050
Tilakohtainen (10 000 t)	17	50	80	90	60	90	100	80	100	120
Keskikoko (40 000 t)	2	15	32	32	25	47	50	32	66	80
Suuri (250 000 t)	1	9	9	10	9	9	10	9	9	10



## Biokaasuenergian käyttö

Biokaasuna tuotettu energiamäärä lannasta ja nurmista yhteensä kasvaa kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa (Taulukko 8.6). Muutos on suurin vuoteen 2035 mennessä olettaen, että kirjoitushetkellä suunnitteilla olevat suuret maatalouden biokaasulaitokset toteutuvat. Skenaarioiden toteutuminen edellyttää näin ollen vahvasti, että suuria lantapohjaisia biokaasulaitoksia Suomeen rakennetaan. Ne toimivat veturina myös nurmen biokaasukäytön kasvulle, joka skenaarioissa on riippuvainen maatalouden muusta tuotannon muutoksesta, nurmen energiakäytön kestävyyskriteereistä sekä biometaanin kysynnästä ollen suurin WAM2-skenaariossa.

Koska kaikki kirjoitushetkellä suunnitteilla olevat suuret biokaasulaitokset ja merkittävä osa keskikokoisistakin laitoksista aikovat tuottaa biometaanin liikenteen polttoaineeksi ja teollisuuden käyttöön ja näiden laitosten osuus kaikesta tuotetusta biokaasusta on suuri, oletettiin laskennassa, että 70 % kaikesta lannasta ja nurmesta tuotetusta energiasta päättyy biometaanin tuotantoon (tuotannon hyötysuhde 98 %) ja loput sähkön ja lämmön yhteistuotantoon lähinnä pienemmissä ja joissain keskikokoisissa laitoksissa (sähkön tuotannon hyötysuhde 35 % ja lämmön 50 %). Suurin osa energiasta päättyisi näin ollen biometaaniksi (Taulukko 8.6, Kuva 8.2).

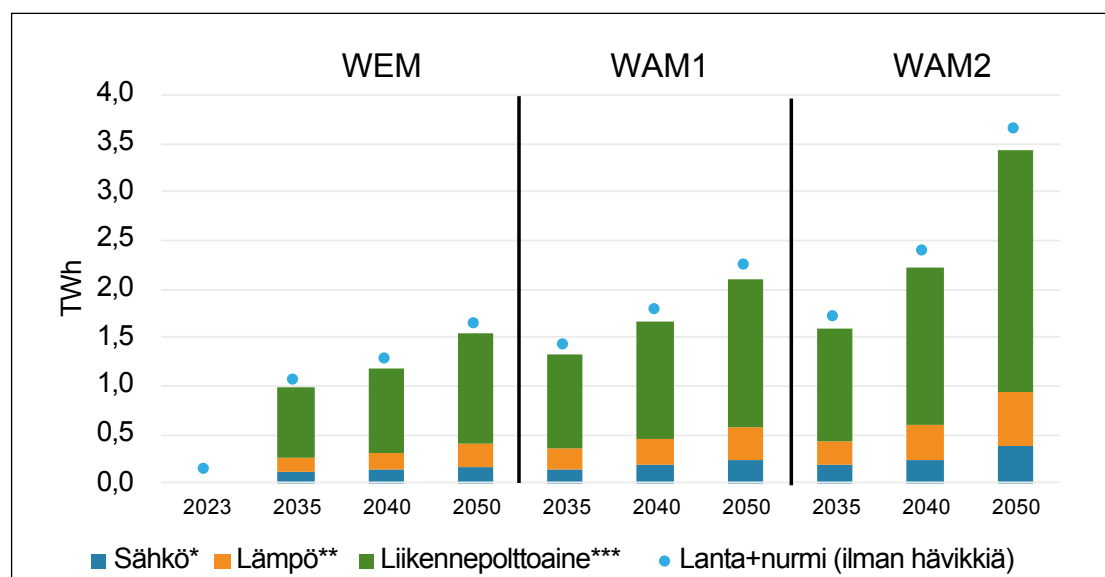
**Taulukko 8.6.** Maatalouden biokaasuenergian (TWh) jakautuminen käyttökohteisiinsa.

		WEM			WAM1			WAM2		
Energia (TWh)	2023	2035	2040	2050	2035	2040	2050	2035	2040	2050
<b>Lanta + nurmi yhteensä ilman hävikkejä energiaa tuotettaessa</b>	0,118	1,040	1,263	1,634	1,406	1,778	2,226	1,702	2,370	3,642
<b>Sähkö*</b>		0,109	0,133	0,172	0,148	0,187	0,234	0,179	0,249	0,382
<b>Lämpö**</b>		0,156	0,189	0,245	0,211	0,267	0,334	0,255	0,356	0,546
<b>Biometaani***</b>		0,713	0,866	1,121	0,965	1,220	1,527	1,168	1,626	2,498

\*30 % energiasisällöstä CHP-tuotantoon, hyötysuhde sähkölle 35 %

\*\*30 % energiasisällöstä CHP-tuotantoon, hyötysuhde lämmölle 50 %

\*\*\*70 % energiasisällöstä biometaaniksi liikenteen ja teollisuuden käyttöön, hyötysuhde 98 %



**Kuva 8.2.** Maatalouden biokaasuenergian (TWh) jakautuminen eri käyttökohteisiin. \*30 % energiasisällöstä CHP-tuotantoon, hyötysuhde sähkölle 35 %; \*\*30 % energiasisällöstä CHP-tuotantoon, hyötysuhde lämmölle 50 %; \*\*\*70 % energiasisällöstä biometaaniksi liikenteen ja teollisuuden käyttöön, hyötysuhde 98 %.

### Biokaasutuotannon vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin

Laskennassa oletettiin, että CHP-tuotannon lämmöstä puolet korvautuu polttoöljyllä ja kaikki tuotettu biometaani dieseliä (Taulukko 8.7). Tällöin lämmön kulutuksessa vältetyt kasvihuonekaasupäästöt nousisivat vuoteen 2050 mennessä WEM-skenaariossa 0,037 Mt CO<sub>2</sub> ekv:sta WAM2-skenaariossa 0,082 Mt CO<sub>2</sub> ekv:iin. Biometaanin kulutuksessa päästövähennys olisi vastaavasti 0,335 - 0,747 Mt CO<sub>2</sub> ekv.

Kun oletettiin 30 % mädätteen tyyppistä korvaavan mineraalityyppä ja 40 % mädätteen fosforista korvaavan mineraalifosforia, ovat mineraalilannoitteiden tuotannon päästöistä saatavat päästövähennykset WEM-skenaariossa 0,013 ja WAM2-skenaariossa 0,026 Mt CO<sub>2</sub> ekv.

Huomionarvoista on, että suurin osa maatalouden biokaasutuotannon päästövähennyksistä lasketaan joko energia- tai teollisuussektoreille. Sen sijaan suoraan maataloussektorin päästövähennyksiin lukeutuvaa lannankäsittelyn päästövähennystä ei laskettu vuoden 2020 eikä tässä maatalouden ilmastotiekartassa. Sitä on arvioitu aiemmin HIISSmaatalousjatko- (Miettinen ym. 2022) ja PEIKKO-hankkeissa (Koljonen ym. 2024). Lannankäsittelyn päästö näissä hankkeissa oli vuodelle 2050 HIISSmaatalousjatko-hankkeessa 0,30 Mt CO<sub>2</sub> ekv ja PEIKKO-hankkeen tässäkin laskennassa eläinmäärän arvioinnissa käytetyssä PEIKKO-WEM-low-skenaariossa 0,41 Mt CO<sub>2</sub> ekv sisältäen oletuksia lannan biokaasukäytön lisäämisen. HIISSmaatalousjatko-hankkeen laskennassa pelkkä lannan biokaasukäytön lisäämisen päästövaikutus oli 0,17 Mt CO<sub>2</sub> ekv.

Maatalouden biokaasutuotannon sähkö ja puolet lämmöstä arvioitiin tulevan osaksi muuta uusiutuvaa energiaa, joten niitä käsiteltiin kädenjälkenä ilman päästövaikutusta (Taulukko 8.8).

**Taulukko 8.8.** Biokaasutuotannon vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin vuonna 2050, MtCO<sub>2</sub> ekv.

	Lämpö*	Biometaani**	Typpi***	Fosfori****	Yhteensä
<b>WEM</b>	0,037	0,335	0,0120	0,0012	0,385
<b>WAM1</b>	0,050	0,456	0,0157	0,0013	0,523
<b>WAM2</b>	0,082	0,747	0,0243	0,0016	0,854

\*50 % tuotetusta lämmöstä korvaa polttoöljyä tiloilla

\*\*100% biometaanista korvaa dieseliä liikenteessä

\*\*\*30 % mädätteen tyyppistä korvaa mineraalityyppä + 33 % hävikki

\*\*\*\*40 % mädätteen fosforista korvaa mineraalifosforia + 10 % hävikki

**Taulukko 8.9.** Maatalouden biokaasutuotannon kädenjälki, jossa biokaasusähkö ja puolet lämmöstä kulutetaan osana muuta uusiutuvaa energiaa (ei päästövaikutusta) vuonna 2050.

Skenaario	Sähkö (TWh)	Lämpö (50 %, TWh)
<b>WEM</b>	0,172	0,123
<b>WAM1</b>	0,234	0,167
<b>WAM2</b>	0,382	0,273

## 9. YHTEENVETO PÄÄSTÖVÄHENNYKSISTÄ JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Yhteensä saavutettavat kasvihuonekaasupäästöjen vähennykset, jotka on laskettu edellisistä luvuissa, on koottu taulukkoon 9.1. Eri keinoilla saavutetut päästövähennykset (taulukko 9.1.) on laskettu yhteen taulukossa 9.2. Vertailussa vuoden 2020 maatalouden ilmastotiekartan päästöihin korostuvat maltillisempi arvio kivennäismaiden hiilensidonnin mahdollisuuksista ja turvepeltojen päästövähennyksissä. Toisaalta energiankäytön muutos maataloudessa ja biokaasutuotannon kasvu antavat erilaisia mahdollisuuksia myös kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen ja ravinnekierron vahvistamiseen. Perusteet laskelmille on selvitetty yllä esitetyissä luvuissa, ja ne perustuvat parempaan tietopohjaan ja tarkempaan laskentaan.

**Taulukko 9.1.** Maatalouteen liittyvien kasvihuonekaasupäästöjen väheneminen (Mt CO<sub>2</sub> ekv./vuosi) eri toimenpitein ja eri skenaarioissa vuodesta 2020 vuoteen 2035 ja 2050.

		2035	2050
<b>Kivennäismaiden hiiliviljely</b>	WEM	0,4	0,4
	WAM1	0,66	0,66
	WAM2	0,95	0,95
<b>Kivennäismaiden metsitys</b>	WEM	0	0
	WAM1	0,04	1
	WAM2	0,04	1
<b>Turvepellot</b>	WEM	0,2	0,2
	WAM1	1,2	1,4
	WAM2	1,8	2
<b>Hiilitoimet yhteensä</b>	WEM	0,6	0,6
	WAM1	1,9	3,06
	WAM2	2,79	3,95
<b>Energia - maatalouden energiankäytön muutos</b>	WEM	0,1	0,2
	WAM1	0,15	0,3
	WAM2	0,2	0,45
<b>Typpilannoituksen väheneminen/tarkentuminen</b>	WEM	0,2	0,2
<b>Typpilannoituksen väheneminen/tarkentuminen</b>	WAM1-2	0,3	0,4
<b>Nautojen lisäaineruokinta, WAM1-2</b>	WAM1	0,23	0,18
	WAM2	0,25	0,20
<b>Nautojen lukumäärän väheneminen, WEM, WAM1-2</b>		0,3	0,5
<b>EDELLISET YHTEENSÄ</b>	<b>WEM</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>
	<b>WAM1</b>	<b>2,88</b>	<b>4,44</b>
	<b>WAM2</b>	<b>3,84</b>	<b>5,5</b>
<b>Biokaasun eri vaikutukset yhteensä</b>	WEM	0,1	0,39
<b>ml. esim. biometaani liikenteeseen</b>	WAM1	0,25	0,52
	WAM2	0,4	0,85

**Taulukko 9.2.** Maatalouteen liittyvien vuosittaisten kasvihuonekaasupäästöjen väheneminen (Mt CO<sub>2</sub> ekv.); %-muutos vuodesta 2020 vuosiin 2035 ja 2050 yhteensä eri skenaarioissa ja vertailu vuoden 2020 maatalouden ilmastotiekartan laskelmiin.

		2024 tiekartta		2020 tiekartta	
		2035	2050	2035	2050
<b>Päästövähennykset yhteensä ilman biokaasun eri vaikutuksia</b>	WEM	1,2	1,5	0,8	0,96
	WAM1	2,9	4,4	4,6	6,05
	WAM2	3,8	5,5	6,8	12,25
<b>Päästövähennykset yhteensä, ml. biokaasun eri vaikutukset</b>	WEM	1,3	1,9		
	WAM1	3,1	5,0		
	WAM2	4,2	6,4		
<b>PROSENTTIMUUTOS VUODESTA 2020:</b>		<b>2035</b>	<b>2050</b>	<b>2035</b>	<b>2050</b>
<b>Päästövähennykset yhteensä ilman biokaasun eri vaikutuksia</b>	WEM	7,5 %	9,4 %	5,3 %	6,0 %
	WAM1	18,0 %	27,9 %	28,8 %	38,0 %
	WAM2	24,1 %	34,5 %	42,5 %	76,9 %
<b>Päästövähennykset yhteensä, ml. biokaasun eri vaikutukset</b>	WEM	8,2 %	11,8 %		
	WAM1	19,6 %	31,2 %		
	WAM2	26,6 %	39,9 %		

Tulosten perusteella voidaan todeta, että vuoden 2020 maatalouden ilmastotiekartan WAM1-skenaarion päästövähennys -29 % vuosina 2019–2035, jonka myös Sanna Marinin hallitus asetti maatalouden tavoitteeksi (CAP-suunnitelman 2023–2027 julkaisun yhteydessä joulukuussa 2021; Maa – ja metsätalousministeriö 2021b) ei olisi toteutumassa näiden päivitettyjen laskelmien valossa. Sen sijaan päästään noin 18 % (19,6 % biokaasun eri vaikutukset kädenjälki liikennesektorille huomioiden) päästövähennyksiin WAM1-skenaariossa vuoteen 2035. WAM2-skenaariossa päästään lähes 27 % päästövähennykseen vuoteen 2035 jos myös biokaasun kädenjälki huomioidaan. Tämä skenaario kuitenkin edellyttää nopeaa liikkeellelähtöä erit. turvepeltoja ja kivennäismaiden hiilisyötteen lisäämistä koskeissa toimissa sekä maatalouden biokaasutuotannon ripeää edistymistä, ml. suunnittelun ja toteutuksen alla olevien biokaasuinvestointien etenemistä lähivuosina tuotantovaiheeseen. Vuoteen 2050 mennessä päästään kuitenkin 31 %:n päästövähennyksiin WAM1-skenaariossa ja 40 % päästövähennyksiin WAM2-skenaariossa. Yllä kuvatut laskelmat johtavat siis 2035 jälkeen lähemmäs 2020 arvioituja päästövähennyksiä. Tämä tarkoittaa sitä, eri toimet sinänsä, kuten kivennäismaiden hiilisyötteen kasvattaminen ja hiiliviljely, sekä turvemaiden päästövähennystoimet ja energiamurros maatalouden ml. biokaasu, tuottavat kyllä ajan myötä päästövähennyksiä, mutta toimissa on monista eri syistä toistaiseksi lähdetty varsin hitaasti liikkeelle, jonka vuoksi vuoteen 2035 ei päästä lähelle vuonna 2020 arvioituja päästövähennysmahdollisuuksia.

Kaikissa skenaarioissa on taustalla maitonesteiden ja punaisen lihan kulutuksen hidaskasvu väheneminen viimeisen 10 vuoden trendien mukaisesti, kuten myös 2020 tiekartassa. Näiden syiden vuoksi maidontuotanto vähenee vain muutaman prosentin vuoteen 2035 mennessä, mutta runsaat 10 % vuoteen 2050 mennessä. Punaisen lihan tuotanto vähenee hitaasti (tuoden pieniä päästövähennyksiä, kuten taulukosta 9.1. ilmenee) ja vastaa kotimaiseen kysyntään. Kotimainen tuotanto vastaa kaikissa skenaarioissa kotimaiseen kysyntään, joten päästövähennyksiä ei toteuteta ruoan omavaraisuutta vähentämällä. Kivennäismaiden hiiliviljely viljelykiertoineen ja turvepeltojen säätösalaajitus voi parantaa satoisuutta ja tuottavuutta ja vahvistaa ruoantuotantoa. Heikkotuottoisten turvepeltojen vettäminen säätösalaajituksin tai pysyvin kosteikoin (mahdollista noin neljänneksellä turvepeltoalasta) tai metsittäminen ohjautuisi hiilimarkkinoiden ohjaamana heikkotuottoisille pelloille ruoantuotantoa haittaamatta viljelijöiden päättäessä toimista viime kädessä.

Edellisissä luvuissa on jo esitetty, että pääsy vahvasti mukaan hiilimarkkinoille ja myös jakeluvelvoitteen joustomekanismiin olisi maataloudelle tärkeää, jotta päästövähennystoimiin saataisiin kannustavuutta ja lisärahoitusta. Näyttää siltä, että EU:n yhteinen maatalouspolitiikka CAP, vaikka senkin päästövähennystoimia voidaan ja tulee kehittää, ei yksin tuo riittäviä kannustimia ja mekanismeja, jotta maatalouden monihyötyisiä (luonnon monimuotoisuus, vesistöjen ravinnekuormituksen vähentäminen) kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistoimia voitaisiin erilaisilla maatioilla panna laajamittaisesti käytäntöön.

## LÄHTEET

AFRY (2020). Finnish Energy – Low Carbon Roadmap. Final Report. [https://energia.fi/wp-content/uploads/2023/08/Taustaraportti\\_-\\_Finnish\\_Energy\\_Low\\_carbon\\_roadmap.pdf](https://energia.fi/wp-content/uploads/2023/08/Taustaraportti_-_Finnish_Energy_Low_carbon_roadmap.pdf)

Ahokas, J. (toim.) 2014. Maatilojen energiankäyttö. Enpos-hankkeen tulokset. Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden laitoksen julkaisu 15: 1-142.

Saantitapa: <http://hdl.handle.net/10138/40241>

ASAE D497.5 FEB2006 Agricultural machinery management data. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*: 390 – 398.

Council of the European Union 2024. Climate action: Council and Parliament agree to establish an EU carbon removals certification framework. Press release 20 February 2024, updated 8 March 2024. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/02/20/climate-action-council-and-parliament-agree-to-establish-an-eu-carbon-removals-certification-framework/>

European Parliament 2024. Euroopan parlamentin lainsäädäntöpäätöslauselma 27. helmikuuta 2024 ehdotuksesta Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi luonnon ennallistamisesta (COM(2022)0304 – C9-0208/2022 – 2022/0195(COD)).

Saatavilla: [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0089\\_FI.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0089_FI.html)

Fingrid (2024). Sähkön tuotannon ja kulutuksen päästöarviot.

<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/co2/> [noudettu 24.6.2024]

Hautala, M., Jokiniemi, T & Ahokas, J. 2012. Maatilakuivurit. Helsingin Yliopisto. Maataloustieteiden laitos. Julkaisuja 28. 110 p.

Hautala, M., Jokiniemi, T & Ahokas, J. 2012. Maatilakuivurit. Helsingin Yliopisto. Maataloustieteiden laitos. Julkaisuja 28. 110 p.

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.

Heikkinen, J., Keskinen, R., Regina, K., Honkanen, H., Nuutinen, V., 2021. Estimation of carbon stocks in boreal cropland soils-methodological considerations. *Eur. J. Soil Sci.* 72, 934–945.

Heikkinen, J., Keskinen, R., Kostensalo, J., Nuutinen, V., 2022. Climate change induces carbon loss of arable mineral soils in boreal conditions. *Glob. Chang. Biol.* 28, 3960–3973.

<https://doi.org/10.1111/gcb.16164>

Huttunen, I., Huttunen, M., Salo, T., Mattila, P., Maanavilja, L., & Silfver, T. (2023). National-scale nitrogen loading from the Finnish agricultural fields has decreased since the 1990s. *Agricultural and Food Science*, 32(3), 112–127. <https://doi.org/10.23986/afsci.125385>

Hyvönen, T., Heliölä, J., Koikkalainen, K., Kuussaari, M., Lemola, R., Miettinen, A., Rankinen, K., Regina, K. & Turtola, E. 2020a. Maatalouden ympäristötoimenpiteiden ympäristö- ja kustannustehokkuus (MYTTEHO): loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 12/2020. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-919-4>



Kajava, S. & Sairanen, A. (Eds.) 2024. Maidontuotannon hiilijalanjäljen pienentäminen ja muutokset maatalon pellonkäyttöstrategiaan: HiiliMaito-hankkeen (2020 – 2023) tuloraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 6/2024: 70 s. Luonnonvarakeskus.

Kari, M. 2015. Maitotilan energiavirrat. ProAgria Keskusten Liitto.

[https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/proagria\\_energiajuliste\\_a2\\_12\\_2014.pdf](https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/proagria_energiajuliste_a2_12_2014.pdf)

Kniivilä, M., Niskanen, O., Mutanen, A., Jansik, C., Korhonen, K., Koskivaara, A., Lehtonen, H., Karhula, T., Sauvula-Seppälä, T., Siitonen, J., Tuominen, S. 2024. EU:n metsäkatoasetuksen mahdolliset vaikutukset Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 39/2024.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-914-7>

Koljonen, T., Silfver, T., Soimakallio, S., Koreneff, G., Lehtilä, A., Markkanen, J., Vainio, T., Aakkula, J., Haakana, M., Hirvelä, H., Lehtonen, H., Mutanen, A., Myllykangas, J.-P., Viitanen, J., Vikfors, S., Forsberg, T., Koskivaara, O. 2024. Perusskenaariot energia- ja ilmastotoimien kokonaisuudelle kohti päästöttömyyttä (PEIKKO). Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2024:26. Valtioneuvoston kanslia. Helsinki. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-219-0>

Känkänen, H., Suokannas, A., Tiilikkala, K. & Nykänen, A. 2013. Biologinen typensidonta fossiilisen energian säästäjänä: 2. korjattu painos. MTT Raportti 76: 60 p.

Lehtonen, H., Niskanen, O. 2016. Promoting clover-grass: Implications for agricultural land use in Finland. Land Use Policy 59: 310-319. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.09.005>

Lehtonen, H., Saarnio, S., Rantala, J., Luostarinen, S., Maanavilja, L., Heikkinen, J., Soini, K., Aakkula, J., Jallinoja, M., Rasi, S., Niemi, J. 2020. Maatalouden ilmastotiekartta – Tiekartta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen Suomen maataloudessa. 131 s. ISBN 978-952-9733-54-5. Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry. Helsinki.

Saatavissa: <https://www.mtk.fi/ilmastotiekartta>; <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020082161330>

Lehtonen, H., Saarnio, S., Rantala, J., Luostarinen, S., Maanavilja, L., Heikkinen, J., Soini, K., Aakkula, J., Jallinoja, M., Rasi, S., Niemi, J. (2020). Maatalouden ilmastotiekartta – Tiekartta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen Suomen maataloudessa. 131 s. ISBN 978-952-9733-54-5. Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry. Helsinki.

Saatavissa: <https://www.mtk.fi/ilmastotiekartta> ; <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020082161330>

Lehtonen, H. 2022. Ruoantuotannon hiili-euro-ohjelma (HERO). Luonnonvarakeskuksen tekemä työ Maa- ja metsätalousministeriölle. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2022. 67 s. <https://mmm.fi/-/hiili-euro-ohjelma-linjaa-toimet-maatalouden-paastovahennystavoitteen-saavuttamiseksi>

Lötjönen, S., Kulovesi, K., Lång, K. & Ollikainen, M. 2024. Offset ratios and temporary contract designs for climate integrity in carbon farming, Carbon Management, 15:1, 2329593,

<https://doi.org/10.1080/17583004.2024.2329593>

Maa- ja metsätalousministeriö 2021a. Suomen CAP-suunnitelman ympäristövaikuttavuusarvio. Maatalouspolitiikan uudistuksen kasvihuonekaasupäästövähennykset noin miljoona tonnia vuodessa <https://mmm.fi/cap27/ymparistovaikuttavuusarvio>

Maa- ja metsätalousministeriö 2021b. Hallitus hyväksyi Suomen CAP-suunnitelman - esitys lähtee Euroopan komission käsittelyyn. MMM:n tiedote 16.12. 2021 <https://valtioneuvosto.fi/-/1410837/hallitus-hyvakysi-suomen-cap-suunnitelman-esitys-lahtee-euroopan-komission-kasittelyyn>

Maa- ja metsätalousministeriö 2024. Maatalouden tukijärjestelmä. <https://mmm.fi/maataloustuet>

Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry (MTK) & Svenska lantbruksproducenternas centralförbund SLC r.f (SLC) (toim.). 2024. MTK:n ja SLC:n luonnon monimuotoisuuden tiekartta maa- ja metsätaloudelle. 431 s.

Saatavissa: [www.mtk.fi/luonnon-monimuotoisuus](http://www.mtk.fi/luonnon-monimuotoisuus) ja [www.slc.fi/bdfardplan](http://www.slc.fi/bdfardplan)

Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry (MTK) & Svenska lantbruksproducenternas centralförbund SLC r.f (SLC) (toim.). 2024. MTK:n ja SLC:n luonnon monimuotoisuuden tiekartta maa- ja metsätaloudelle. 431 s.

Saatavissa: [www.mtk.fi/luonnon-monimuotoisuus](http://www.mtk.fi/luonnon-monimuotoisuus) ja [www.slc.fi/bdfardplan](http://www.slc.fi/bdfardplan)

Matthews, H.D., Zickfeld, K., Koch, A. et al. Accounting for the climate benefit of temporary carbon storage in nature. *Nat Commun* 14, 5485 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41242-5>

Miettinen, A., Aakkula, J., Koikkalainen, K., Lehtonen, H., Luostarinen, S., Myllykangas, J-P., Sairanen, A. & Silfver, T. 2022. Hiilineutraali Suomi 2035. Maatalouden lisätoimenpiteiden ja ruokavaliomuutoksen päästövähennysvaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 73/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 69 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-500-2>

Mikkola, H.J. & Ahokas, J. 2009. Energy ratios in Finnish agricultural production. *Agricultural Food Science* Vol. 18 (2009): 322 – 346.

Mikkola, H.J. 2012. Peltoenergian tuotanto Suomessa. Potentiaali, energiasuhteet ja nettoenergia. 75 s. Helsingin Yliopisto.

Niemi, J. 2024. Minne menet, maatalouden rakennekehitys? Saatavilla: <https://www.luke.fi/fi/ajankohtaista/teemat-ja-kampanjat/biotalouden-katsaukset/maa-ja-elintarviketalouden-suhdanekatsaus>

Peltonen-Sainio, P. et al. 2019. 'Pre-crop values from satellite images for various previous and subsequent crop combinations', *Frontiers in plant science*, 10 (Journal Article), p. 462.

Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. 2020. 'Large zonal and temporal shifts in crops and cultivars coincide with warmer growing seasons in Finland', *Regional Environmental Change*, 20(3), p. 89. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01682-x>

Peltonen-Sainio, P., Niemi, M., Jauhiainen, L. 2024. Legacy effects of crop sequencing on biomass and their variability on farmers' fields in Finland are shaped by weather, farm conditions and rationales for land use. *Agricultural Systems* 215 (2024) 103850. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103850>

Purola, T. & Lehtonen, H. 2020. Evaluating profitability of soil-renovation investments under crop rotation constraints in Finland. *Agricultural Systems* 180 (2020) 102762. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102762>

Ruokavirasto 2023a. Tukiehdot: Ekojärjestelmätuki. <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/peltotuet/ekojarjestelmatuki/tukiehdot-ekojarjestelmatuki/tukiehdot-ekojarjestelmatuki-2023/>

Ruokavirasto 2023b. Ympäristökorvauksen sitomusehdot 2023.

<https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/peltotuet/ymparistokorvaus/ymparistokorvauksen-sitomusehdot/ymparistokorvauksen-sitomusehdot-2023/>

Räsänen, A., Kekkonen, H., Lehtonen, H., Miettinen, A., Wejberg, H., Kareksela, S., Tzemi, D., Aro, L., Kuningas, S., Louhi, P. & Ruuhijärvi, J. 2023. Euroopan unionin ennallistamisasetusehdotuksen luontotyyppi- ja turvemaatavoitteiden vaikutukset Suomessa. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 1/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 76 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-586-6>

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

Silvenius, F., Katajajuuri, J.-M. ja Jaakkonen, A.-K. 2022. Kasvihuonetuotteiden ilmastovaikutus-laskenta 2004, 2017 ja 2021 todellisten energiakulutustilastojen mukaan. Luonnonvarakeskus. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 92/2022. 13 s.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Maa- ja puutarhatalouden energiankulutus [verkkójulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus [viitattu: 20.6.2024].

Saantitapa: <https://www.luke.fi/fi/tilastot/maa-ja-puutarhatalouden-energiankulutus>

Tao, F., Palosuo, T., Lehtonen, A., Heikkinen, J. & Mäkipää, R. (2023). Soil organic carbon sequestration potential for croplands in Finland over 2021-2040 under the interactive impacts of climate change and agricultural management. *Agricultural Systems* 209: 103671. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103671>

Tilastokeskus 2024. Sähköntuotantorakenteen muutos mahdollisti kasvihuonekaasupäästöjen tun-  
tuvan laskun vuonna 2023. Tiedote 30.5.2024 <https://stat.fi/julkaisu/clmpw5zl2iw7w0bw1nfrnsg70>

Työ- ja elinkeinoministeriö [TEM] (2024). Luonnon hallituksen esitykseksi uusiutuvien polttoai-  
neiden käytön edistämisestä liikenteessä annetun lain muuttamisesta (jakeluvaihe). [https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d311e082-53ca-440e-a0dc-3deb58a7e92c/fe973c9b-e449-4e1e-9353-615e3bc5ff5a/KIRJE\\_20240605093832.PDF](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d311e082-53ca-440e-a0dc-3deb58a7e92c/fe973c9b-e449-4e1e-9353-615e3bc5ff5a/KIRJE_20240605093832.PDF)

Tzemi, D., Lehtonen, H. 2022. The use of pre-crop values to improve farm performance: the  
case of dairy farms in southwest Finland, *International Journal of Agricultural Sustainability*. <https://doi.org/10.1080/14735903.2022.2131042>

Tzemi, D., Rämö, J., Palosuo, T., Peltonen-Sainio, P., Wejberg, H., & Lehtonen, H. 2024. The  
introduction of legume-based crop rotations: an impact assessment on cereal cropping farms  
in Finland. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 22(1). <https://doi.org/10.1080/14735903.2024.2335085>

Ympäristöministeriö 2024. EU:n ennallistamisasetus. <https://ym.fi/ennallistamisasetus>

Vainio, E. (toim.). 2022. Maatalouden tyyppihaaste – vaihtoehtoja ja ratkaisuja : Synteesiraportti.  
*Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 53/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 68 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-458-6>

Valtioneuvosto (2023). Vahva ja välittävä Suomi - Petteri Orpon hallituksen ohjelma 20.6.2023. *Valtioneuvoston julkaisuja* 2023:58. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-763-8>

Viitala, E-J; Assmuth, A., Koikkalainen, K., Miettinen, A., Mutanen, A., Wall, A., Wejberg, H., Lehtonen, H. 2022. Maa- ja metsätalouden kannustinjärjestelmien ilmastovaikutukset. 99 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-388-6>

Äijö, H., Myllys, M., Salo, H., Salla, A., Paasonen-Kivekäs, M., Koivusalo, H., Mäkelä, M., Nurminen, J., Paavonen, E., Isomäki, K., Jokinen, V., Laine-Kaulio, H., Häggblom, O. & Sikkilä, M. 2023. Vesitalouden hallinta vesiensuojelussa 2 (VesiHave 2). Loppuraportti 2023. Salaojituksen tutkimusyhdistys ry:n tiedote 37. <https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2023/08/37-2023.pdf>

## LIITTEET

### LIITE 1. POHJAVEDEN PINNAN LUOTETTAVA JA KOHTUUHINTAINEN MITTAUS PELLOLLA

#### MITTAUKSEN TOTEUTTAMINEN

Yksinkertaisimmillaan mittaus voidaan toteuttaa käsin tehtävänä mittauksena (jäljempänä manuaalinen mittaus) tiheävälisesti (esim. 5 cm välein) rei'itetyillä muoviputkilla ja mitalla. Muoviputket kairataan peltoon, ja veden korkeus mitataan pohjaveden pinnasta suhteessa maanpintaan ilman aluskasvillisuutta. Mitan päähän voidaan kiinnittää esimerkiksi kapeapohjainen korkki tai sähköinen valoanturi, jolloin veden pinta on helpompi havaita mittaustilanteessa. Mittausputken pohjassa tulee olla vedenpitävä tulppa. Putken yläpää on hyvä pitää suojattuna mittausvälikäsin, jotta pieneläimet ja roskat eivät pääse putkeen eikä putki ei tukkiudu esimerkiksi maa-aineksesta. Mittausputki tulee myös merkitä näkyvästi värinauhoin tai lipuin, jotta putki ei rikkoudu peltotöiden aikana.

Vaihtoehtoisesti markkinoilla on saatavilla erilaisia sähköisiä jatkuvatoimisia mittausantureita, joita voidaan käyttää edellä kuvattujen muoviputkien kanssa. Tällöin säästyään käsin tehtävältä mittaamiselta, mutta mittausdatan säilyttämiseen ja hankintaan saattaa sisältyä merkittäviäkin kuukausimaksuja.

Mittaus tulisi suorittaa ojien puolivälistä, sillä salaojien etäisyys vaikuttaa pohjaveden korkeuteen. Vastaavasti mittauskohтия tulisi olla vähintään kolme, että tulosta voidaan pitää luotettavana.

Mittaus toistetaan ja kirjataan vähintään kuukausittain manuaalisessa mittauksessa ja sähköisessä mittauksessa (joka voi tuottaa dataa jatkuvasti) tätä useammin tai laskemalla tuloksista kuukauden keskiarvo, tai kuukauden minimi ja maksimi. Mittauksia tulee tehdä vähintään maan ollessa sulana, ja mahdollisuuksien mukaan myös roudan aikaan, jos mittausputkessa oleva vesi ei ole jäänyt, ts. maa ei ole roudassa pohjaveden pinnan tasolla. Hiilidioksidipäästöjä, joita turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöt pääosin ovat, syntyy lähinnä sulan maan aikana.

#### MITTAUKSEN KUSTANNUKSET

Mittaukseen liittyvät kustannukset syntyvät asennuskustannuksista ja vuosittaisista kustannuksista.

Asennuskustannukset syntyvät mittaustarvikkeiden hankkimisesta ja niiden asentamisesta kosteikon perustamisvuonna. Mittausputkina voidaan käyttää esimerkiksi 50 mm muovisia viemäriputkia, joiden etuna on niiden helppo saatavuus ja kohtuullinen hinta (n. 15 € / putki). Asennusta varten tarvittava kaira, joka lienee mahdollista vuokrata. Tässä yhteydessä kairan vuokran ja putkien asennustyön yhteishinnaksi on arvioitu 50 € / putki. Tällöin yksittäisen mittausputken asentamisen kokonaishinnaksi muodostuu 65 €. Jos asennetaan kolme putkea hehtaarille, kustannus on 195 €/ha. Jos tälle oletetaan 10 vuoden poistoaika, kustannuslaskelmassa voidaan olettaa noin 20 € vuosittainen poisto pohjavedenpinnan mittaamisesta. Mikäli mittausputkia rikkoutuu esim. peltotöiden aikana, uusista putkista ja niiden asennuksesta koituu lisäkustannuksia. Mittausputket on siksi syytä merkitä näkyvästi, jotta vaurioita ei syntyisi.

Vuosittaiset kustannukset syntyvät mittausien tekemiseen kuluvaista työajasta ja mahdollisista datanhallintamaksuista sähköisessä mittauksessa. Mikäli vettämisen kohteena oleva peltolohko

ei ole aktiiviviljelyssä, syntyy viljelijälle mittausten tekemisestä ylimääräistä työtä (vrt. korvaava työ). Mikäli mittaaminen suoritetaan manuaalisesti ja kuukausittain, viljelijälle syntyvän lisätyön määrän voidaan arvioida olevan noin 4 tuntia / ha eli 70,40 €/ha vuosittain, jos työn on oletettu olevan täysin lisäistä, ja työn viitehintana on käytetty (miespuolisen) suomalaisen mediaanipalkkaa 17,60 €/tunti. Maatalouden kannattavuuskirjanpidossa (Mäkinen 2024) vuonna 2023 käytetty työtunnin hinta on 16,80€, joka on viljelijälle koituva kustannus vieraan työvoiman käytöstä, on lähellä tätä. Työmenekkiin vaikuttaa merkittävästi se, toteutetaanko mittaaminen lohko- vai hehtaariperusteisesti. Jos mittaaminen tehdään lohko-kohtaisesti ja lohkokoko on Suomessa keskimääräinen 2,5 ha, mittaamisen työkustannus on noin 28 €/ha vuodessa.

Mittauksen kustannuksiin vaikuttaa merkittävästi se, toteutetaanko mittaamista hehtaari-kohtaisesti vai lohko-kohtaisesti. Lohko-kohtaisessa mittauksessa sekä asennuskustannukset että vuosittaisen kustannukset ovat pienempiä kuin hehtaari-kohtaisessa mittaamisessa. Lohko-kohtainen mittaus on perusteltu usean hehtaarin peltolohkolla, jos pelto on tasainen ja sen ominaisuudet pääosin samanlaiset kauttaaltaan.

Laskelmissa, jotka on esitetty taulukossa alla, on tarkasteltu mittauksen hintaa lohko-kohtaisesti olettaen, että yhden lohkon koko on lähellä valtakunnan keskiarvoa eli noin 2,55 ha (Suomessa on vajaa miljoona peltolohkoa ja peltoala yhteensä noin 2,4 milj. ha).

Taulukosta L1 ilmenee, että manuaalisessa mittauksessa lohko-kohtaiset (tai hehtaari-kohtaiset) kustannukset ovat samat riippumatta siitä, kuinka paljon mitattavaa peltoalaa on. Kustannukset lohkoa kohden ovat 90,4 € ja hehtaaria kohden 35,5 € vuodessa. Nämä kustannukset ovat selvästi alemmat hehtaaria tai lohkoa kohden kuin sähköisessä mittauksessa, jossa mittalaitteet maksavat noin 900 €/kpl (Myllys 2024). Tällöin laitehankinnasta aiheutuu lohkoa kohden noin 2700 € kustannus. Sähköisessä mittauksessa vuotuiset työkustannukset hehtaaria kohden voivat jäädä hyvin vähäisiksi, mutta vuotuinen datanhallintamaksu (esim. 3240 €/vuosi) voi olla riippumaton siitä, kuinka monella loholla mittauksia tehdään. Mittalaitteiden korkean hinnan vuoksi sähköinen mittaus tulee kuitenkin peltolohkoa ja hehtaaria kohden varsin kalliiksi manuaaliseen mittaukseen nähden, jossa toisaalta työmenekki kasvaa suureksi, jos mittavia peltolohkoja on paljon.

Jos mitattavaa peltoalaa on esim. 25 500 ha (10 000 peltolohkoa), mittaamiseen kuluu vuosittain 40 000 työtuntia, eli noin 23,5 työvuotta (työvuosi noin 1700 tuntia). Tämä on kuitenkin melko vähän verrattuna siihen, että 10 000 peltolohkoa voi tarkoittaa 1000-5000 maatilan peltoja. Edullisin pohjaveden pinnan mittaamisen tapa saattaisi olla manuaalinen mittaus. Sen voisivat järjestää maatilat yhteisesti palkkaamalla ulkopuolisen ja riippumattoman mittaustyön tekijän. Myös ruokateollisuus voisi tuottaa pohjaveden pinnan mittaamisen sopimustuotantotiloilleen kilpailuttamalla mittaamisen ulkopuoliselle riippumattomalle yritykselle. Manuaalisessa mittaamisessa on se hyvä puoli, että siinä mahdolliset häiriöt kuten rikkoutuneet mittausputket tulisivat huomatuksi ja korjatuksi samalla. Sähköisessä mittauksessa puolestaan etuina ovat jatkuvatoiminen mittaus ja automatisoitu datan hallinta.

Taulukon L2 mukainen esimerkkilaskelma osoittaa, että sähköisen mittalaitteen hinnan tulisi olla korkeintaan noin 180 €/ha, jotta sähköinen mittaus olisi manuaalista mittausta edullisempaa yli 1000 peltolohkon tapauksessa.



**Taulukko L1.** Peltojen pohjaveden pinnan manuaalisen ja sähköisen mittauksen arvioidut kustannukset (€). Erityisesti on huomattava, että vuotuiset datanhallintamaksut voivat poiketa paljonkin tulevina vuosina tässä esimerkissä olevasta arviosta. Jos turvemaiden vesienhallintatoimissa edetään toteutukseen, tämänkaltaiset laskelmat on syytä päivittää tapauskohtaisesti tulevina vuosina.

	Manuaalinen	Sähköinen
Mittalaitteet 3 kpl	45	2700
Mittanauhat, korkit ym.	5	
Asennus 3 kpl	150	150
Investointikustannus yhteensä	200	2850
Vuotuinen datanhallinta (12 kk)	0	3240
Vuotuinen poisto (10 %)	20	285
Työ (12 kk; M 4h, S 1h)	70,4	17,6
Vuotuinen kokonaiskustannus per lohko	90,4	3542,6
- lohkokoko 2,55 ha		
Vuotuinen kustannus jos lohkoja 10 kpl	904	6266
- tällöin kustannus/ha	35,5	245,7
Vuotuinen kustannus jos lohkoja 1000 kpl	90400	305840
- tällöin kustannus/ha	35,5	119,9
Vuotuinen kustannus jos lohkoja 10 000 kpl	904000	3029240
- tällöin kustannus/ha	35,5	118,8

**Taulukko L2.** Esimerkkilaskelma (€), joka osoittaa sähköisen mittauksen tulevan manuaalista edullisemmaksi, jos sähköisen mittalaitteen hinta alenee tasolle 180 €/kpl. Mahdollista kustannuksiltaan edullisempaa asennusta ei ole otettu huomioon. Erityisesti on huomattava, että vuotuiset datanhallintamaksut voivat poiketa paljonkin tulevina vuosina tässä esimerkissä olevasta arviosta. Jos turvemaiden vesienhallintatoimissa edetään toteutukseen, tämänkaltaiset laskelmat on syytä päivittää tapauskohtaisesti tulevina vuosina.

	Manuaalinen	Sähköinen	laitetta/ha	hinta/laitte
Mittalaitteet 3 kpl	45	540	3	180
Mittanauhat, korkit ym.	5			
Asennus 3 kpl	150	150		
Investointikustannus yhteensä	200	690		
Vuotuinen datanhallinta (12 kk)	0	3240		
Vuotuinen poisto (10 %)	20	69		
Työ (12 kk; M 4h, S 1h)	70,4	17,6		
Vuotuinen kokonaiskustannus per lohko	90,4	3326,6		
- lohkokoko 2,55 ha				
Vuotuinen kustannus jos lohkoja 10 kpl	904	4106		
- tällöin kustannus/ha	35,5	161,0		
Vuotuinen kustannus jos lohkoja 1000 kpl	90400	89840		
- tällöin kustannus/ha	35,5	35,2		
Vuotuinen kustannus jos lohkoja 10 000 kpl	904000	869240		
- tällöin kustannus/ha	35,5	34,1		

Kirjoittaneet: Kalle Aro, Merja Myllys, Heikki Lehtonen

#### VIITTEET:

Myllys, M. 2024. Arvio Luken tutkimuksessa käytettävien sähköisten ja jatkuvatoimisten pohjaveden pintaa mittaavien mittalaitteiden ostohinnoista. Luonnonvarakeskuksen tutkija Merja Myllyksen sähköpostilla antama arvio 20.6. 2024.

Mäkinen, H. 2024. Maatalouden kannattavuuskirjapidossa käytetty työtunnin hinta 2023. Luonnonvarakeskuksen tutkija Heikki Mäkisen sähköpostilla annettu vastaus tiedusteluun 20.6. 2024. [https://talustohtori.luke.fi/maa\\_ja\\_puutarhatalous/taustatiedot/tuloslaskelma/kasitteiden-selityksia/](https://talustohtori.luke.fi/maa_ja_puutarhatalous/taustatiedot/tuloslaskelma/kasitteiden-selityksia/)

## LIITE 2.

**Taulukko L2.1.** Turvepeltojen päästövähennystoimien arviointia CRCF-asetuksen kriteerien perusteella: Todennettavuus (laskettavuus), lisäisyys, pitkäaikaisuus, kestävyys (elinkaarivaikutukset). 0=heikko tai olematon; + vähäinen; ++ kohtalainen; +++ melko hyvä; ++++ erittäin hyvä. VKM=Voi kannattaa muutenkin, ilman lisätukea; EKIT=Ei kannata ilman lisätukia.

MISU=Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma 2022. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-388-6>

Toimenpide	todennettavuus, päästövähennys	lisäisyys	pitkäaikaisuus	kestävyys	kustannusvaikutavuus	MISUn tavoiteala	soveltuva peltoala yht.	potentiaalinen päästövähennys
Turvepellon vettäminen tukkimalla/padottamalla ojat ja alapuoliset vesiväylät, vp -5-10 cm (kosteikkoviljely)	++ > 20 tCO <sub>2</sub> e/ha vedenpinta todennettava mittauksin	++++ EKIT	++++	+++ +++ vähentää myös N,P-huuhoutumia	++++ n. 10-20 €/tCO <sub>2</sub> e	12 500 ha; ml. Ilmastokosteikko 7500 ha (CAP 2027:3000 ha), + kosteikkoviljely osmanikämi, kihokki, vp -5-10 cm: 5000 ha	Vettämis-kelpoiset paksu- turpeiset yht. 30 000 ha	++++ 0,6 Mt CO <sub>2</sub> e
Kosteikkoviljely, turvepelto, vedenpinta n. -30 cm, esim. säätöpadotus	+++ n. 10 tCO <sub>2</sub> e/ha vp todennettava mittauksin	++ EKIT	+++	+++ vähentää myös N,P-huuhoutumia	+++ n. 20-30 €/tCO <sub>2</sub> e	10 000 ha, ruokohelpi ym.	30 000 ha	+++ 0,3 Mt CO <sub>2</sub> e
Säätösaloitus, nurmiviljely, turvepelto, vp. -30 cm	+++ n. 10 tCO <sub>2</sub> e/ha vp todennettava mittauksin	++ vaatii säätöä, EKIT	++	+++ vähentää myös N,P-huuhoutumia	+++ n. 20-30 €/CO <sub>2</sub> e	32 500 ha vuoteen 2035; nurmiviljely	40 000 ha	+++ 0,4 Mt CO <sub>2</sub> e
Turvepeltojen nurmi yksi-vuotisten kasvien sijaan	++ n. 10 tCO <sub>2</sub> e/ha päästövähennys epävarma	+++ EKIT, 100€/h ei ole riittänyt 2023	+ riippuu nurmi-vaiheen kestosta n. 5 v.	++ vähentää eroosiota	+ 40-100 €/ha; riippuu tuotanto-suunnasta	40 000 ha vuodesta 2025 lähtien; CAP 2023-2027-suunnitelmassa	50 000 ha; yksi-vuotisilla kasveilla 90 000 ha, osa tarvitaan	+++ 0,5 Mt CO <sub>2</sub> e
Ohutturpeisten peltojen metsitys	+++ n. 7tCO <sub>2</sub> e/ha; 22 t/CO <sub>2</sub> e yli 20v, kuluttua	++++ EKIT	++++	+++	++	9 000 ha 2024-2028; ei toteudu	50 000 ha; arvio vuoteen 2050	++ 0,1 Mt v. 2045, 0,2 Mt 2050, > 1 MtCO <sub>2</sub> e v. 2070

**Taulukko L2.2.** Maatalouden päästövähennystoimien arviointia kivennäismailla CRCF-asetuksen kriteerien perusteella: Todennettavuus (laskettavuus), lisäisyys, pitkäaikaisuus, kestävyys (elinkaari-vaikutukset). 0=heikko tai olematon; + vähäinen; ++ kohtalainen; +++ melko hyvä; ++++ erittäin hyvä. VKM=Voi kannattaa muutenkin, ilman lisätukea; EKIT=Ei kannata ilman lisätukia. MISU=Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma 2022.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-388-6>

Toimenpide	todennettavuus, päästövähennys	lisäisyys	pitkäaikaisuus	kestävyys	kustannusvaikuttavuus	MISUn tavoiteala	soveltuva peltoala yht.	potentiaalinen päästövähennys
Hiiliviljely kivennäismailla	+ 0,5-1 tCO <sub>2</sub> e/ha epävarma, tapauskohtainen, riippuu viljelykierroista, kerääjäkasveista ym.	+ VKM	+ vaatii koko ajan 5v. hiilivarastoa lisäävien kasvien viljelyä	++ parantaa maan kasvukuntoa, vedenpidätystä, ravinteiden käyttöä	+ tapauskohtaista, 50-100/tCO <sub>2</sub> ekv.	1 500 000 ha	1 500 000 ha	++++ 0,66 Mt CO <sub>2</sub> e
Metsitys kivennäismailla	++ aluksi heikko n. 1,2 tCO <sub>2</sub> e/ha, sitten vahva	+++ EKIT	++++ vaikea muuttaa takaisin pelloksi	+++ vähentää eroosiota, ravinnehuuhtoumia	? ei uusia tutkimuksia	ei mukana	40-50 000 ha	+ 0,05 Mt CO <sub>2</sub> e v. 2050; > 0,1 Mt CO <sub>2</sub> e 2070

**Taulukko L2.3.** Maataloussektorin (N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) ja maatalouden energiasektorin (CO<sub>2</sub>) päästövähennystoimien arviointia kivennäismailla CRCF-asetuksen kriteerien perusteella: Todennettavuus (laskettavuus), lisäisyys, pitkäaikaisuus, kestävyys (elinkaari-vaikutukset). 0=heikko tai olematon; + vähäinen; ++ kohtalainen; +++ melko hyvä; ++++ erittäin hyvä. VKM=Voi kannattaa muutenkin, ilman lisätukea; EKIT=Ei kannata ilman lisätukia.

Toimenpide	todennettavuus, päästövähennys	lisäisyys	pitkäaikaisuus	kestävyys	kustannusvaikuttavuus	soveltuva laajuus	potentiaalinen päästövähennys
3NOP lisäaine lehmien rehuihin	++++ -25-38 % CH <sub>4</sub> päästöissä; kotimaisia ja kansainvälisiä tutkimuksia	++++ EKIT	++++ toteutuneet päästövähennykset eivät kumoudu vaikka aineen käyttö lopetetaan	+++ Haittavaikutuksia lehmille ei ole havaittu, paljon tutkimuksia	+ > 70 €/tCO <sub>2</sub> e	max 220 000 lehmää 2035, 200 000 2040, 160 000 2050	++ n. 0,3 Mt CO <sub>2</sub> e 2035 jos käytetään kaikille lehmille, vähenee tasolle 0,25 Mt CO <sub>2</sub> e v. 2050
Biokaasutuotanto	++ päästövähennykset erilaisia eri tapauksissa	+++ ei kannata ilman mitään tukia	+++ vältetyt päästöt jäävät pysyviksi	+++ edistää myös ravinnekiertoa ja vesien suojelua	+ 40-60 €/tCO <sub>2</sub> e + monia hyötyjä	max 1,7 TWh 2035, 2,4 TWh 2040, 3,6 TWh 2050	++++ max 0,85 Mt CO <sub>2</sub> e v. 2050
Typen käytön tehostaminen, jaettu lannoitus, täsmäviljely ym.	++ vaatii laskentaa	+ voi kannattaa muutenkin	+++ toteutunut päästövähennys ei kumoudu	+++ vähentää ammoniakkin valmistusta, N-huuhtoumaa	? Vähän tutkimuksia	1,5-2 Mha	?
Lypsylehmien elinikä	++++	+ voi kannattaa muutenkin	+++ toteutunut päästövähennys ei kumoudu	++ voi parantaa eläinterveyttä	?	+	?

**Taulukko L2.4.** Yhteenveto: Sovellaisuus hiilimarkkinatoimeksi huomioiden todennettavuus, lisäisyys, pitkäaikaisuus, kestävyys, kustannusvaikuttavuus ja potentiaalinen kokonaispäästövähennys Suomen maataloudessa

Toimenpide	todennettavuus, päästövähennys	lisäisyys	pitkäaikaisuus	kestävyys	kustannusvaikuttavuus	potent. päästövähennys	Yhteensä
Turvepellon vettäminen tukkimalla/padottamalla ojat ja alapuoliset vesiväylät, vp -5-10 cm (kosteikkoviljely)	+++	++++	++++	+++	++++	++++	++++
Kosteikkoviljely, turvepelto, vedenpinta n. -30 cm, esim. säätöpadotus	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++
Säätösalaajitus, nurmiviljely, turvepelto, vp. -30 cm	+++	+++	++	+++	++	+++	+++
Turvepeltojen nurmi yksivuotisten kasvien sijaan	++	+++	+	++	+	+++	++
Ohutturpeisten peltojen metsitys	+++	++++	++++	+++	++	++	+++
Hiiliviljely kivennäismailla	+	+	+	++	+	++++	++
Metsitys kivennäismailla	++	+++	++++	+++	?	+	+++
3NOP lisäaine lehmien rehuihin	++++	++++	++++	+++	+	++	+++
Biokaasutuotanto	++	+++	+++	+++	+	++++	++
Typen käytön tehostaminen, jaettu lannoitus, täsmäviljely ym.	++	+	+++	+++	? Vähän tutkimuksia	?	++
Lypsylehmien elinikä	+++	+	+++	++	?	+	++



