

Hiilivaraston muutokset tuotteiden elinkaariarviointiin kannustaisi tiloja ilmastotoimiin

Elinkaariarviointit eivät tällä hetkellä huomioi maaperän hiilivaraston muutoksia. Sen seurauksena maatilan hiilivaraston kasvattamiseen ja säilyttämiseen suunnatut ilmastoviisaat toimet jäävät huomioimatta ilmastovaikutusten arvioinnissa. Näitä toimia on tiloilla jo käytössä, ja viljelijät odottavat niiden näkyvän tuotteiden hiilijalanjäljissä.

■ Teksti: Sanna Hietala, Karoliina Rimhanen, Alekski Astaptsev, Tuuli Hakala, Hanna Kekkonen

■ Kuva: Annaleena Ylhäinen

Tuotteiden ja palveluiden ympäristövaikutusten arvioinnissa vakiintuneeksi menetelmäksi on kehitetty elinkaariarviointi. Menetelmän etuna on, että se pyrkii huomioimaan varsinaisesta tuotannosta aiheutuvien päästöjen lisäksi tuotantopanosten, kuten energian ja lannoitteiden valmistuksen päästöt.

Elinkaariarviointi voidaan toteuttaa halutun rajauksen mukaisesti tai kokonaisuudessaan niin kutsuttuna kehdoista haetaan tarkasteluna, jolloin myös tuotteiden käytön ja jätteenkäsittelyn päästöt sisällytetään tuotteen taakaksi. Jalostamattomilla maataloustuotteilla, kuten maidolla tarkastelu tehdään tilan portille asti.

Mitä on elinkaariarviointi?

Elinkaariarvioinnin peruseräatteen tulevat ISO-standardista. Yleisimmin arvioitavan ilmastovaikutuksen laskentamenetel-

mät noudattelevat hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin IPCC:n laskentaohjeistuksia.

Ohjeiden mukaan esimerkiksi kasvintuotannon ilmastovaikutusarviointiin sisällytetään tuotteen elinkaaren vaiheiden kasvihuonekaasupäästöt seuraavista asioista:

1) Panostuotannosta eli käytetyn sähkön, lämmitysenergian, ajoneuvopolttoaineen ja lannoitteiden valmistuksesta.

2) Typpipanosten käytöstä eli lannoitteiden, lannan ja kasvintähteiden sisältämän typen suorat ja epäsuorat dityppioksidipäästöt.

3) Turpeen hajoamisesta aiheutuvat dityppioksidipäästöt.

4) Polttoaineiden käytöstä eli työkonien polttoaineen kulu- tuksesta, kuljetuksista ja viljan kuivauksessa käytetyn polttoai- neen hiilidioksidipäästöt.

Nämä päästöt raportoidaan energia- ja maataloussektorilla, ja niiden määrittäminen ilmas-

tovaikutuslaskentaa varten on menetelmiltään jo hyvin vakiin- tunutta.

Maankäytön päästöt mukaan

Lisäksi maankäyttösektori eli maaperä ja metsät ovat ilmas- tonmuutoksen suhteen merkittävässä roolissa.

Näillä on merkitystä erityisesti ilmastomuutoksen hillinnässä, koska ne ovat tällä hetkellä ainoat vaikuttavat keinot sitoa ja varastoida hiiltä ilmakehästä. Toisaalta eloperäisiltä mailta vapautuu hiilidioksidia eli hiiltä myös karkaa ilmakehään.

Jotta maataloussektorin ja sen tuotteiden ilmastovaikutukset olisivat mahdollisimman todelliset, myös maankäyttösektorin päästöt ja nieltä tulisi sisällyttää arviointiin.

Laskentaan liittyy kuitenkin vielä paljon epävarmuuksia, eikä nykyisissä hiilijalanjäljen arvioinneissa tyypillisesti huomioida näitä.



Maitotilalla voidaan monella tapaa pienentää maidon hiilijalanjälkeä. Maaperän hiilensidonnassa hiiltä siirretään ilmakehästä kasvien kautta maaperään, jossa se varastoidaan pitkäaikaisiin hiilivarastoihin. Karkearehuvallaisemalla ruokinnalla hiiltä sitoutuu maahan enemmän ja rehujen tuotantoon tarvittava kokonaispeltoala on pienempi kuin väkirehuvallaisella ruokinnalla.

Esimerkiksi kivennäismaiden hiilensidontapotentiaali vaihtelee riippuen viljelytoimenpiteistä, -kasveista ja maaperän hiilivaraston koosta.

Kivennäismailla oikeilla toimenpiteillä voidaan hehtaaria kohden sitoa maaperään jopa 400–800 kiloa hiiltä vuosittain. Tutkimustietoa tarvitaan kuitenkin vielä lisää.

Maaperän hiilivaraston kasvattaminen

Maaperän hiilivaraston muutokseen vaikuttavat monet asiat, kuten ilmasto, maaperän ominaisuudet ja maanviljelyssä käytettävät menetelmät.

Maaperän hiilensidonta tarkoittaa sitä, että hiiltä siirretään ilmakehästä kasvien kautta maaperään, jossa se varastoidaan pitkäaikaisiin hiilivarastoihin.

Tämä edellyttää viljelykäytäntöjen muuttamista niin että maaperään päätyy enemmän eloperäistä ainesta ja että hiilensidonta on suurempi kuin hiilen vapautuminen ilmakehään.

Viljelyjärjestelmässä hiilensidonta tapahtuu viljelykasvien avustuksella.

Yhteyttämisen kautta ilmakehän hiilidioksidi sitoutuu kasvien biomassaan.

Osa sitoutuneesta hiilestä siirtyy kasvijätteen mukana maaperään, jossa se hajoaa ja muuttuu maaperän mikrobien avustuksella maaperän orgaaniseksi hiileksi.

Vastaavasti osa kasvien sitomasta hiilestä palaa takaisin ilmakehään kasvien hengityksen seurauksena ja vapautuu maaperästä eloperäisen aineksen hajoamisen seurauksena.

Maaperään voidaan lisätä eloperäistä hiilisyötettä myös suoraan lannan tai muiden orgaanisten maanparannusaineiden levityksen kautta. Eloperäisessä aineksessa, kuten kasvijätteissä ja lannassa, noin puolet massasta on hiiltä.

Maaperässä hiilen pysyvyys vaihtelee suuresti ja tähän vaikuttaa muun muassa lämpötila, sadanta, maaperän ominaisuudet ja eloperäisen aineksen hiilen ja typen suhde.

Suurin osa maaperään päätyvästä eloperäisestä aineksesta kuitenkin hajoaa nopeasti maahan päätyneen jälkeen ensimmäisten vuosien aikana.

Jos eloperäisen hiilisyötteen lisäystä kuitenkin jatketaan esimerkiksi hiiliviljelyn keinoin, voidaan maaperän hiilivarastoa kivennäismailla kasvattaa.

Voimakkaimmin maan hiilivarasto kasvaa yleensä 5–20 vuoden aikana uuden toimenpiteen aloittamisesta.

Ilmakehään vapautuvan hiilen määrän hillitseminen

Lähtökohtaisesti vähän hiiltä sisältävien kivennäismaiden hiiliviljelyssä maaperään siirretään hiiltä ilmakehästä ja hiilivarastoa on näin mahdollista kasvattaa.

Eloperäisillä mailla, kuten multa- ja turvemaidella sen sijaan tavoitteena on hillitä maaperästä ilmakehään vapautuvan hiilen määrää.

Turvepelloilla suurimmat kasvihuonekaasupäästöt syntyvät, kun suo tai suometsä kuivatetaan pelloksi ja runsaasti eloperäistä ainesta eli orgaanista hiiltä sisältävä turve pääsee tekemisiin hapen kanssa.

Eloperäisen aineksen hajotessa syntyy erityisesti hiilidioksidipäästöjä, joita on kuitenkin josain määrin mahdollista hillitä viljelytekniisin keinoin.

Maan muokkauksen vähentäminen, kasvipeitteisyyden vaaliminen monivuotisten kasvien avulla ja pohjavedenpinnan noston viljelyn sallimissa rajoissa on todettu vähentävän eloperäisten maiden ilmastovaikutuksia.

Kaikkia näitä edellä mainittuja tekijöitä ei toistaiseksi ole huomioitu maankäyttösektorin päästölaskennassa tai tuotteiden elinkaariarvioinneissa.

Hiilen sidontamahdollisuudet riippuvat lukuisista tekijöistä

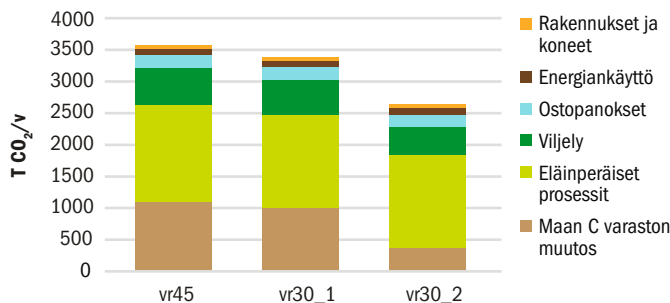
Maaperän hiilivaraston koko vaihtelee eri ilmastovyöhykkeillä, alueilla ja maankäyttömuodoissa. Jopa saman viljelylohkon sisällä vaihtelu voi olla suurta.

Hiilivaraston muutoksen sisällyttäminen elinkaariarviointiin

Laskelmia esimerkkitalta

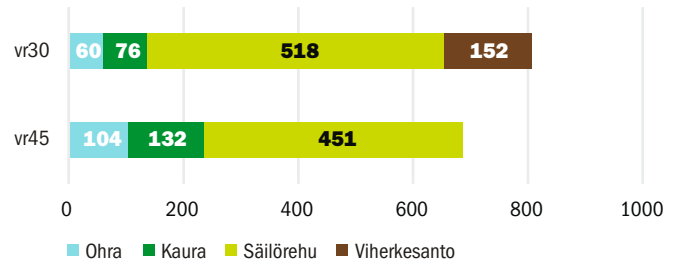
■ Pohjoissavolaisella esimerkkitalalla on peltoa 225 hehtaaria ja 144 lypsylehmää. Tilan pelloista 80 prosenttia on kivennäismaita ja 20 prosenttia eloperäisiä maita. Hiilen sitoutumista maahan on laskettu kahdella eri rehustuksella; kun väkirehua on joko 30 prosenttia tai 45 prosenttia. Väkirehu 30 prosenttia -tapauksessa rehuntuotannosta on vapautunut peltoa 22 hehtaaria. Vapautunut peltoala on huomioitu laskennassa kahdella eri tavalla: Vaihtoeh-

Maatilan hiilitase eri rehustustavoilla, tonnia hiilidioksidia vuodessa



Maatilan hiilitase esimerkkitalta kertoo, miten rehustuksen muuttaminen vaikuttaa koko tilan ilmastovaikutukseen. Karkearehuvaltaisempaan ruokintaan siirtyminen vapauttaa peltoalaa rehuntuotannosta. Laskennassa VR30_1-tilanteessa vapautunut peltoala on kohdistettu viherkesannoksi ja VR30_2 -tilanteessa vapautunut peltoala on otettu pois eloperäisten maiden viljelystä, jolloin tilan kokonaisala on pienempi.

Maahan kohdistuvien hiilisyötteiden määrä kasvilajeittain esimerkkitalalla eri rehustustavoilla, tonnia hiiltä vuodessa



Pohjoissavolaisella maitotilalla maahan kohdistuvien hiilisyötteiden määrä nautojen eri ruokintatavoilla. Hiilisyötteiden määrä on laskettu kahdella vaihtoehdolla; kun nautan rehussa on väkirehua 30 prosenttia tai 45 prosenttia. Kaaviossa näkyy kasvijätteiden mukana maan päälle ja maan alle päätyvän hiilen kokonaismäärä näillä kahdella ruokintavaihtoehdolla.

dossa VR30_1 karkearehuvaltaisempaan ruokintaan siirtymisen ansiosta vapautunut peltoala (22 hehtaaria) on kohdistettu laskennassa viherkesannoksi ja se on otettu mukaan maatilan hiilitaseen laskelmaan. Vaihtoehdossa VR30_2 vapautunut peltoala (22 hehtaaria) on otettu pois eloperäisten maiden viljelystä, jolloin tilan kokonaisala maatilan hiilitaseen laskennassa on pienempi (203 ha).

Eloperäisten maiden päästölaskennassa on käytetty IPCC:n päästökertoimia. □

edellyttää maankäytön vertailutason määrittämistä mikä onkin yksi elinkaariarviointiin sisällyttämisen suurimmista haasteista.

Vertailutason valinta voi kääntää lopputuloksen pääläelleen eikä vakiintunutta tapaa laskentaan ole vielä kehittynyt. Mahdollisia vertailutasoja ovat esimerkiksi keskimääräisen alueellisen tai kansallisen maankäytön tai maatilatasolla vallitsevan maankäytön ja viljelykäytäntöjen perusteella laskennallisesti arvioitu maaperän hiilivaraston koko.

Valitun vertailutason kautta voidaan arvioida vallitseva maahan kohdistuvien hiilisyötteiden suuruus, jota vasten hiiliviljelyn toimenpiteiden vaikuttavuutta tarkastellaan kivennäismailla.

Jotta maaperän hiilivarastoa voidaan kasvattaa, tulee maatilalla viljelykäytäntöjen muuttua niin että maaperään saadaan

aiempaa enemmän eloperäistä hiilisyötteitä.

Tilan viljelyhistoria vaikuttaaakin voimakkaasti siihen, minkälainen vaikutus tietyllä viljelykäytännöllä todellisuudessa saavutetaan.

Samana toimenpiteen vaikutus voi olla eri tiloilla hyvin erilainen. Jos lähtötilanteessa maaperän hiilipitoisuus on hyvin alhainen, saavutetaan samalla toimenpiteellä paljon suurempi hiilivaraston lisäys korkean hiilipitoisuuden lähtötilanteeseen verrattuna.

Maailmanlaajuisesti ajatellen suurin maaperän hiilensidonnallisuuden potentiaali sijaitsee alueilla, joissa maaperä kärsii vakavasta eroosiosta.

Eloperäisiltä mailta vapautuvan hiilidioksidin määrän arvioinnissa käytetään kansainvälisen ilmastopaneelin määrittämiä IPCC:n päästökertoimia.

Päästökerroin valitaan viljeltävän kasvityypin mukaan siten, että yksivuotisille ja monivuotisille on omat kertoimensa.

Eloperäisillä mailloilla viljeltäville viljoille hehtaarikohtaiset päästökertoimet ovat 28964 kiloa hiilidioksidiekvivalenttia (CO₂-ekv) ja nurmille 20900 kiloa hiilidioksidiekvivalenttia vuodessa.

Hiilidioksidin lisäksi huomioidaan eloperäisiltä mailta muodostuva, elinkaarilaskelmassa jo mukana oleva dityppioksidipäästö, joka muunnetaan hiilidioksidiekvivalenttiin.

Tällöin kokonaispäästö yksivuotisilla kasveilla on 35 100 kiloa hiilidioksidiekvivalenttia hehtaaria kohti ja monivuotisilla 25 300 kiloa hiilidioksidiekvivalenttia hehtaaria kohti.

Todellisuudessa päästöjen määrään vaikuttaa kuitenkin kasvityypin ohella peltolohko-

jen ominaisuudet, monet ympäristökijät ja viljelytoimet, joita kertoimet eivät huomioi.

Laskennan läpinäkyvyys lisää luotettavuutta

Suomessa on meneillään useita maaperän ilmastovaikutuksia tutkivia ja elinkaariarviointia kehittäviä hankkeita.

Ratkaisun odotetaan löytyvän erilaisia muuttujia huomioivista mallinnoista, jotka voidaan liittää elinkaarianalyysiin.

Yasso-maaperämallin avulla arvioidaan viljelytoimien vaikutusta maaperän hiilivaraston kokoon kivennäismailla ja arvioita sisällytetään jo osaksi elinkaariarvioiteja useissa tutkimushankkeissa.

Oulun yliopistossa kehitetyllä turvemaapäästömallilla voidaan ainakin osittain arvioida vedensyvyyden mahdollista vaikutusta turvemaiden päästöihin. Mallin

mukaan matalat pohjavesi ja korkeat maa- ja ilmalämpötilat nostavat hiilidioksidipäästöjä turvepelloista. Mallien kehitys ja liittäminen elinkaariarvioiteihin jatkuu tutkimustiedon karttuessa.

Orgaanisten maidon ilmasto- päästöjen hillintä nautakarjati- loilla (OMAIHKA) -hankkeessa selvitetään pellon ominaisuuksien, ympäristötekijöiden ja viljelytekniikoiden vaikutusta eloperäisten peltöjen kasvihuonekaasupäästöihin.

Hanketta toteutetaan pilottiti- loilla, joilla on mitattu kasvihuonekaasujen muodostumista erilaisten käsittelyiden yhteydessä.

Tuloksia tarkastellaan rin- nakkain IPCC:n tarjoamien menetelmien ja kertoimien kanssa. Hiilimaito-hanke tutkii lypsykarjan ruokintastrategioiden vaikutusta pellonkäyttöön ja maaperäpäästöihin tilatasolla.

Jotta elinkaariarviointi kertoisi mahdollisimman totuuden- mukaisesti tuotteen todelliset ilmastovaikutukset, on siihen tärkeää sisällyttää kaikki tuotan- toon kuuluvat toiminnot järjes- telmärajuuksen mukaisesti.

Kun tarkastellaan esimerkiksi nautojen rehujen viljelyn vaikutuksia maaperän hiilivaraston kokoon, voidaan kivennäismail- la tuotetuilla monivuotisilla nur- milla jossain tilanteissa havaita päästön kääntyvän niin kutsu- tuksi hiilinieluksi.

Tällöin maaperään sitoutuu enemmän hiiltä ilmakehästä kuin sitä hajoaa ja maan hiiliva- rasto kasvaa.

Elinkaariarvioinnin periaat- teiden mukaisesti laskentaan on tämän lisäksi sisällytettävä myös yksivuotisten rehuksien vilje- lyn vaikutus, sekä tuotannossa käytetyn maalajin aiheuttama vaikutus.

Ruokinta ja maitotilan kokonaispäästöt

Yksi tärkeimmistä nautakarjati- lojen ilmastovaikutuksiin vaikuta- vavista asioista on rehujen tuotan- toon tarvittava peltopinta-ala ja sen maalajijakauma.

Eläinten ruokavalio määrittelee pitkälti tiloilla pellonkäyttöä,

viljelykasvivalintaa ja -kiertoa.

Hiilimaito-hankkeessa arvioidaan rehunkäytön muutosten vaikutuksia maatalan pellonkäyt- töön ja ilmastokuormitukseen.

Karkearehuvaltaisella ruo- kinnalla rehujen tuotantoon tarvittava kokonaispeltoala on pienempi kuin väkirehuvaltai- sella ruokinnalla.

Lisäksi karkearehuvaltaisen ruokinnan tiloilla nurmikasve- ja viljellään suuremmalla pelto- alalla viljoihin verrattuna kuin väkirehuvaltaisen ruokinnan tiloilla.

Maaperän hiilivaraston kas- vattamisen kannalta tärkeää on lisätä maahan kohdistuvaa hiilisyötettä. Syväjuuriset ja monivuotiset viljelykasvit ovat parhaimpia hiilivaraston kas- vattajia.

Pienempi rehuntuotantoala mahdollistaa myös vapautu- van peltoalan muun käytön, esimerkiksi maan kasvukuntoa parantavaksi viherkesannoksi tai heikkotuottoisten turvepel- tojen ennallistamisen tai met- sittämisen.

Tehokkain keino vähentää eloperäisten maidon viljelyä

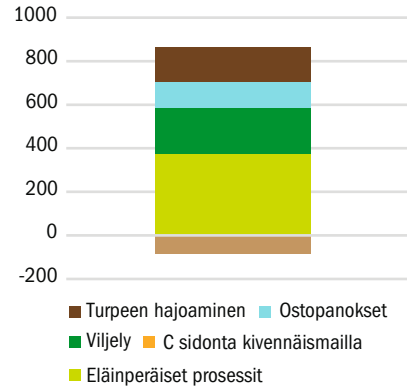
Maatilalla ilmastopäästöjen ko- konaistaseen kannalta on mer- kitystä mikä on peltöjen maalaji ja miten tuotannon tai pellon käytön muutoksen myötä saavu- tettavan vapautuvan peltoalan kanssa toimitaan.

Mikäli tilalla on viljelyssä ki- vennäismaita, on hiiliviljelyn keinoin mahdollista kasvattaa peltomaan hiilivarastoa esimer- kiksi ottamalla käyttöön kerää- jäkasveja, syyskylvöisiä kasveja, nurmia tai lisäämällä peltoon orgaanisia lannoitevalmisteita.

Mikäli tilalla on viljelyssä eloperäisiä maita, määrrittelee niiden osuus kokonaisviljely- alasta tilan kokonaispäästöjen mittakaavan. Tällöin viljelyn vä- hentäminen eloperäisillä mailla johtaa myös päästöjen vähenty- miseen ratkaisevasti.

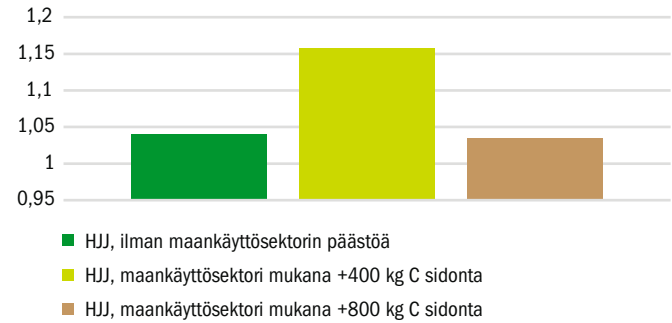
Eläinten rehustuksen muut- taminen karkearehuvaltai- semmaksi ja pellon käytön tehostaminen voi mahdollis- ta eloperäisten lohkojen vä-

Maitotilan keskimääräinen hiilijalanjälki



Tuhannen maitotilan aineis- tosta saatu keskimääräinen energiakorjatun maidon hiilijalanjälki (HJJ) sisältäen maidontuotantoon liittyvät päästöt ja hiilensidonnän. Hiilensidonta arvioitu 400 kg C/ha ja hiilidioksidipää- tössä turvemaista huomioi- tu vedenpinnan korkeuden muuttaminen. Keskimää- räinen maitotuotos oli 10 000 kiloa raakamaitoa lehmää kohti vuodessa ja lehmien lukumäärä oli 65. Turvemaiden osuus tilojen pelloista oli 14 prosenttia ja lehmien ruokinta koostui enimmäkseen nurmirehusta ja viljoista. Alemmassa kaa- viossa on laskettu tuhannen maitotilan aineistosta saatu hiilijalanjälki maitokiloa kohti.

Yhden maitokilon hiilijalanjälki maitotilalla eri laskentatavoilla



hentämisen. Tämän johdosta lypsykarjatilalla kokonaispäästöt voivat pienentyä merkittävästi, jopa neljänneksellä.

Hiiliviljely ja pellonkäytön kestävä tehostaminen ovat lin- jassa Pariisin ilmastopöytäkirjan kanssa, jonka mukaan pääs- töjä tulee maataloussektorilla vähentää sellaisella tavalla, joka ei uhkaa ruoantuotantoa.

Maidontuotantoa elinkaari- sesti tarkasteltaessa tuotanto- ketjusta aiheutuvat päästöt koh- distetaan tuotteelle, esimerkiksi maitolitralla tai energiakorjatul- le maitokilolle (EKM).

Tilatason tarkastelun lisäksi huomioidaan siten myös tuo- tos muutokset. Mikäli rehuan- nosta muuttamalla maitotuotos muuttuu, saadaan näin täsmäl- lisemmin arvioitua koko tuote- kohtainen ilmastovaikutus.

Omaihka-hankkeen tuloksien myötä toimenpiteiden vaikutuk-

sia turvemaiden päästöihin pys- tyytään osoittamaan paremmin. Maaperän hiilivaraston muu- toksien vaikutuksista saadaan parempi käsitys myös turvemai- ta. □

luke.fi/projektit/omaihka luke.fi/projektit/hiilimaito

Tämä artikkeli on kirjoitettu osa- na maa- ja metsätalousministeriön MAKERA-rahoituksesta tuettua OMAIHKA (Orgaanisten maidon ilmastopäästöjen hillintä nauta- karjatiiloilla) ja HIILIMAITO (Maidontuotannon hiilijalan- jäljen pienentäminen, muutokset maatalan pellonkäyttöstrategiaan) -hankkeita.