

Toimintasuositukset

Peltomaan hiilen lisääminen ilmastotoimena

Miten viljelytoimien vaikutus maan hiilivarastoon suhteutuu ilmastomuutoksen vaikutuksiin?

Miten viljelykierrot ovat Suomessa muuttuneet ja millainen vaikutus sillä on ollut hiilen määrään?

Hankkeen nimi:
Maan hiiltä viljelytoimilla, satovarmuutta maan hiilestä

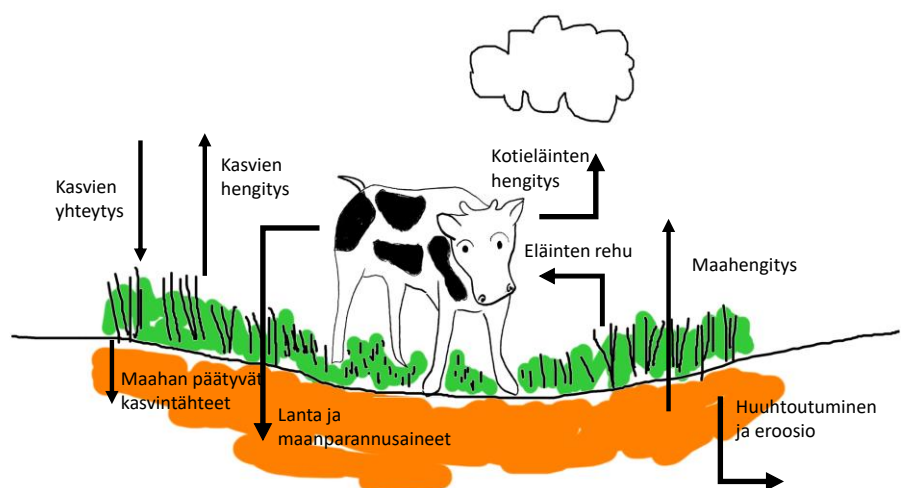
Tekijät:
Jaakko Heikkinen
Jari Hyväluoma
Lauri Jauhiainen
Riikka Keskinen
Joel Kostensalo
Visa Nuutinen
Pirjo Peltonen-Sainio

Hankkeen tiivistelmä

Maailmanlaajuisesti maaperään on sitoutunut hiiltä yhtä paljon kuin kasvillisuuteen ja ilmakehään yhteensä. Pienilläkin maaperän hiilen määrän muutoksilla voi siten olla merkittävä vaikutus ilmastoon. Viljelysmaiden maaperä on keskeinen tekijä ilmastomuutoksen hillinnässä, sillä peltomailla ihmistoiminnan vaikutus on huomattavaa, ja viljelytoimilla on mahdollista vaikuttaa maan hiilitaseeseen.

Hankkeessa selvitettiin, missä määrin viljelytoimet, ilmastomuutos ja historiallinen maankäyttö vaikuttavat peltomaiden hiilen määrään. Lisäksi hankkeessa tehtiin kansallinen arvio viljelykiertomuutosten vaikutuksista hiilen määrään. Tutkimuksessa hyödynnettiin erilaisia paikkatietoaineistoja yhdistämällä niitä maaperäseurannassa mitattuun hiilen määrään vuosilta 2009 ja 2018.

Tulosten perusteella hiilen määrän muutokset peltomaassa määräytyvät usean tekijän yhteisvaikutuksesta. Pitkään viljelyksessä olleilla mailla hiilen määrän muutokset ovat pieniä. Erityisen nopeaa hiilen häviäminen on puolestaan entisiltä turvepelloilta, jotka ovat muuttuneet kivennäismaiksi. Nurmivaltainen ja mahdollisesti myös monipuolinen viljelykierto kerryttävät hiiltä maahan. Suomessa viljelykierrot ovat viimeisen vuosikymmenen aikana monipuolistuneet ja muuttuneet nurmivaltaisempaan suuntaan, millä on ollut ilmastomuutosta hillitsevä vaikutus. Ilmaston muuttumisella sen sijaan on ollut maaperän hiilivarastoja vähentävä vaikutus, mikä tulee myös voimistumaan tulevaisuudessa.



Hiilenkierto peltomailla

Maan hiilitasetta voidaan parantaa joko lisäämällä maahan päätyvää hiilisyötettä tai hidastamalla orgaanisen aineen hajoamisesta johtuvaa hiilen hävikkiä

Johdanto

Maan orgaaninen aines, josta valtaosa on hiiltä, parantaa maan ravinnetilaa, lisää veden pidättymistä ja stabiloii maan rakennetta. Lisäksi hiilen sidonta maaperän pitkäaikaisiin hiilivarastoihin hillitsee ilmastonmuutosta. Maahan hiiltä päätyy pellolle jäävien kasvintähteiden sekä lannan ja maanparannusaineiden muodossa. Vastaavasti hiiltä häviää maaperästä orgaanisen aineen biologisen hajotustoiminnan eli maahengityksen sekä vähäisemmässä määrin huuhtoutumisen ja eroosion seurauksena. Maahan varastoituneen hiilen määrää voidaan kerryttää lisäämällä maahan päätyviä hiilisyötteitä ja/tai hidastamalla hajotustoimintaa.

Maan hiilisyötettä voidaan tunnetusti lisätä kerääjäkasveilla ja monivuotisten nurmien viljelyllä. Edellä mainitut toimet myös pidentävät aikaa, jonka maa on kasvipeitteisenä. Monipuolinen viljelykierto lisää biomassan tuotantoa, ja sitä kautta myös maahan päätyvän hiilen määrää. Monipuolisella viljelykierrolla on vaikutusta myös maaperän mikrobistoon, jolla on keskeinen rooli hiilen pitkäaikaisessa sitoutumisessa maahan. Maanmuokkaus rikkoo maan mururakennetta, mikä voi puolestaan kiihdyttää maahengitystä.

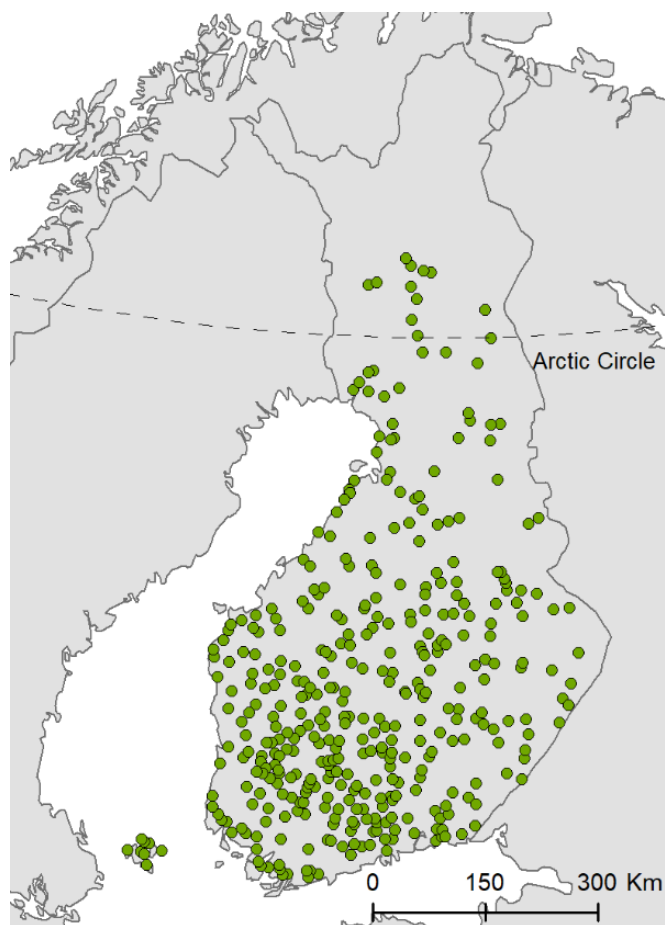
Viljelytoimien lisäksi ilmastonmuutos ja historiallinen maankäytön muutos vaikuttavat maan hiilivarastoon. Ilmastonmuutos voi vaikuttaa maan orgaanisen aineksen määrään joko lisäävästi tai vähentävästi riippuen siitä, missä määrin ilmastonmuutoksen seurauksena mahdollisesti maaperään päätyvien kasvintähteiden määrän lisääntyminen tasapainottaa nopeammasta hajoamisesta johtuvaa hiilen hävikkiä.

Hankkeen tavoitteena oli selvittää, missä määrin hiiltä kerryttävät viljelytoimet voivat kasvattaa maan hiilivarastoa Suomessa ja miten tämä suhteutuu ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Lisäksi hankkeen tavoitteena oli tuottaa kansallinen arvio viljelykiertojen muutosten vaikutuksista maan hiilitaseeseen. Maan hiilitaseeseen vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen on tärkeää myös viljelyn kannattavuuden näkökulmasta, koska orgaaninen aines voi edistää satovarmuutta ja maan tuottavuutta tulevaisuuden ilmasto-olosuhteissa.

**Tutkimus perustui
olemassa olevien
paikkatietoaineistojen
hyödyntämiseen**

Aineisto

Tutkimuksessa hyödynnettiin olemassa olevia suuria paikkatietoaineistoja. Tutkimuksen keskiössä oli valtakunnallinen peltomaiden kemiallisen tilan seuranta-aineisto, josta saatiin maalajin lisäksi hiilen määrän muutos vuosien 2009 ja 2018 välillä. Tutkimuksessa keskityttiin kivennäismaille, jolloin jäljelle jäi 485 eri puolilla sijainnutta koealaa (alla oleva karttakuva). Aineistoon yhdistettiin Ruokaviraston aineistosta koealoilla kasvaneet viljelykasvit sekä tuotantosuunta. Ilmatieteen laitoksen hila-aineistosta puolestaan laskettiin kasvukauden aikaisen keskilämpötilan ja sademäärän muutos. Tutkimuksessa käytettiin edistysellisiä tilastomenetelmiä arvioitaessa maaperän, viljelytoimien ja ilmastonmuutoksen osuutta maaperän hiilen määrän muutoksiin.



**Tutkimuksessa käytetty maaperäseurannan
näytteenottoverkosto**

Tulokset, niiden vaikuttavuus ja johtopäätökset

Maaperäseurannan perusteella peltomaiden maaperän hiilen määrä on vähentynyt tasaisesti seurantaverkoston perustamisesta lähtien. Vuosittainen hiilipitoisuuden lasku on ollut noin 0,4 % ja se jatkui samansuuruisena vuosina 2009-2018. Tutkimuksen tulosten perusteella maaperän hiilen määrän muutoksiin vaikuttavat useat tekijät, joista tärkeimpiä ovat pellon historiallinen maankäyttö, viljelytoimet ja ilmaston muuttuminen.

Historiallinen maankäyttö vaikuttaa peltomaan hiilitaseen useiden kymmenien vuosien ajan. Erityisen nopeaa hiilen häviäminen on turvemailla ja entisillä turvemailla, jotka ovat muuttuneet orgaanisen aineen häviämisen seurauksena kivennäismaiksi. Vastaavasti vanhoilla kivennäismaapelloilla hiilen määrän muutokset ovat pieniä.

Nurmivaltaisella tai nurmea sisältävillä viljelykierroilla oli maaperän hiiltä lisäävää vaikutusta. Tutkimuksessa saatiin myös viitteitä monipuolisen viljelykierron hiiltä kerryttävästä vaikutuksesta, joskin vaikutus ei ollut yhtä selvä kuin nurmen osalta ja esimerkiksi aineiston luokittelutapa vaikutti tulokseen. Suuruusluokaltaan viljelykiertojen vaikutus maaperän hiileen on vuosittaisella tasolla joitakin satoja kiloja hehtaaria kohti. Kotieläintilojen hiilitase ei merkittävästi poikennut kasvinviljelytiloista.

Tulosten perusteella sekä kasvukauden lämpeneminen, että sademäärän lisääntyminen johtavat hiilen vähenemiseen maassa. Viimeisen vuosikymmenen aikana ilmaston muuttumisen vaikutus maaperän hiileen on ollut samaa suuruusluokkaa kuin viljelykiertomuutoksilla voidaan saavuttaa. Tulevaisuuden ilmasto-olosuhteissa maaperän hiilen hävikki tulee kiihtymään.

Suomessa viljelykierrot ovat viimeisen vuosikymmenen aikana monipuolistuneet ja muuttuneet nurmivaltaisempaan suuntaan. Kivennäismailla tällä on ollut hiiltä lisäävää vaikutusta, ja turvemailla viljelykiertomuutokset ovat vähentäneet päästöjä. Suhteessa Suomen kasvihuonekaasupäästöihin vaikutus on kuitenkin ollut suhteellisen pieni ja suuruusluokaltaan noin 0,1% kokonaispäästöistä.

Toimintasuositukset

- Nurmivaltaisella ja mahdollisesti myös monipuolisella viljelykierrolla voidaan parantaa maan hiilitasetta. Kokonaisilmastovaikutusten arviointi vaatii kuitenkin elinkaaristen päästöjen huomioimisen.
- Suomessa viljelykierrot ovat monipuolistuneet ja muuttuneet nurmivaltaisempaan suuntaan. Kivennäismailla viljelykiertomuutoksilla on ollut hiiltä lisäävää vaikutusta, ja turvemaiden viljelykiertomuutokset ovat vähentäneet päästöjä. Suhteessa Suomen kasvihuonekaasupäästöihin viljelykiertomuutoksilla on kuitenkin ollut suhteellisen pieni vaikutus. Pelkästään hiilen sitomiseen tähtäävät toimet eivät välttämättä ole ympäristön kannalta kaikkein tehokkaimpia vaan toimet kannattaa kohdentaa peltokohtaisesti niin, että toimet samanaikaisesti vähentäisivät vesistökuormitusta ja lisääisivät biodiversiteettiä.
- Ilmastonmuutos kiihdyttää hiilen häviämistä maasta. Aktiivisella päästöjä vähentävällä ilmastopolitiikalla niin Suomessa kuin maailmalla voidaan vähentää maaperän hiilen häviämisestä johtuvia negatiivisia vaikutuksia ilmastoon.
- Turvepeltoja muuttuu kivennäismaiksi orgaanisen aineen hajotessa. Entisiltä turvepelloilta maaperän hiiltä häviää nopeasti vielä siinäkin vaiheessa, kun ne ovat muuttuneet kivennäismaiksi. Tämä korostaa turvemaiden merkitystä päästövähennystoimia suunnattaessa.

Hankkeessa tuotetut julkaisut

Heikkinen, J., Keskinen, R., Kostensalo, J., & Nuutinen, V. (2022). Climate change induces carbon loss of arable mineral soils in boreal conditions. *Global Change Biology*, 28(12), 3960-3973.

Kostensalo, J., Hyväluoma, J., Jauhiainen, L., Keskinen, R., Nuutinen, V., Peltonen-Sainio, P. & Heikkinen, J. (2024) Diversification of crop rotations and soil carbon balance: Impact assessment based on national-scale monitoring data. *Carbon Management* 15(1).

Heikkinen, J., Keskinen, R., Kostensalo, J., Lehti, A., & Nuutinen, V. (2022). Viekö ilmastonmuutos hiiletkin pellostä? *Käytännön Maamies* 12:30-32.

Lisätietoja: Jaakko Heikkinen, jaakko.heikkinen@luke.fi