



ILMATIETEEN LAITOS  
METEOROLOGISKA INSTITUTET  
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

# Towards a Unified Estimation (MRV) System for Land Carbon and Greenhouse Gas Fluxes:

## The Importance of Integrating Field and Satellite Measurements with Modeling

Jari Liski

25.9.2023

European Parliament: Nature-based solutions to increase carbon sinks on land



Photo: Sanne Katainen / Maaseudun Tulevaisuus

# Outline: Integrating Measurements and Modeling for a Land Carbon and GHG Estimation System

1. What do we need to estimate?
2. Which methods do we have?
3. Way forward
  1. Integration of different methods into a digital system
  2. Improvement of the different methods for a common goal



Mittarit kerryttävät jaakko Kankaan pelon olosuhteista reaaliaikasta dataa tutkijoiden käyttöön. Antennit lähettävät tiedot verkkoon Simpsonin maston kautta. KUVA: JAAKKO LEINUS

## Peltosarka tieteen palveluksessa

### Lapua

#### Annukka Latvala

Vaasantiellä Lapualla voi huristaa kaamaton risteyksen ohitse aavistamatta lainkaan, että yhdellä peltoista on menossa tiedeellinen koe. Siellä mittari rakentavat pelon olosuhteista reaaliaikasta dataa Simpsonin maston kautta verkkoon.

Jaakko ja Anna Kankaan tila

on yksi sadasta tilasta, jotka ovat mukana hiilen sitoutumista maahan tutkivassa Carbon Action -ohjelmassa. Tilalla testaan menetelmiä, joilla sitoutumista yritetään parantaa. Jos sitoutumista saadaan vauhditettua, siitä kiittävät sekä maa että ilma. Maan muutos lisääntyy, ja maahan varastoituneena hiili on pois ilmakehästä lämmittämisestä.

Julkisuutta hankkeelle on tuonut se, että sen alullepanjoita ovat Carbonin pääomistaja, miltä tilaajaviljelijä Ilkka Heikin sekä hänen puolisonsa Saara Kankaanrinta. Heidän maatilansa, Oviljan kartano Paraisilla on yksi kokeilutilasta.

Jaakko Kangas ei ole tavannut kukaan henkilökohtaisesti Heikin. Hän kiinnostui tutkimuk-

sesta luettuaan Maaseudun Tulevaisuudesta, että hankkeeseen haettiin sata maatilaa, jotka olivat valmiita kokeilemaan hiilivielyä viiden vuoden ajan.

Uusi tieto kiinnostaa. Jos asioita voi tehdä nykyistä paremmin, niin hakaan tehdä ne paremmin, 33-vuotias viljelijä sanoo. Samoin ajattelevia oli muitakin, koska sata viljelijää ilmoittautui parissa päivässä. Etelä-Pohjan-

maalla mukana on kymmenkunta tilaa. Mitään rahallista korvausta viljelijät eivät hankkeesta saa. Kangas on koulutuskeltaan agronomi. Hän opiskeli Helsingin yliopistossa maan muutosmaatalouden ympäristötekniologiaa. Hän kasvattaa broilereita ja viljelee 30 hehtaarin peltoja, mutta voisi kuvitella olevansa turkki.

Nyt hän saa olla osana tiedettä työtensä ohessa. Laboratoriona on

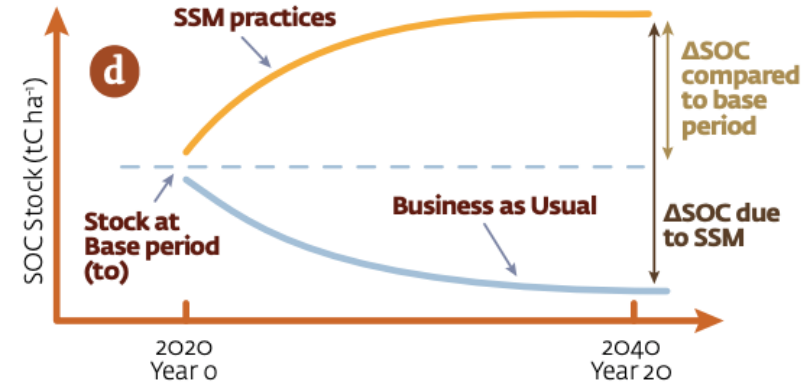
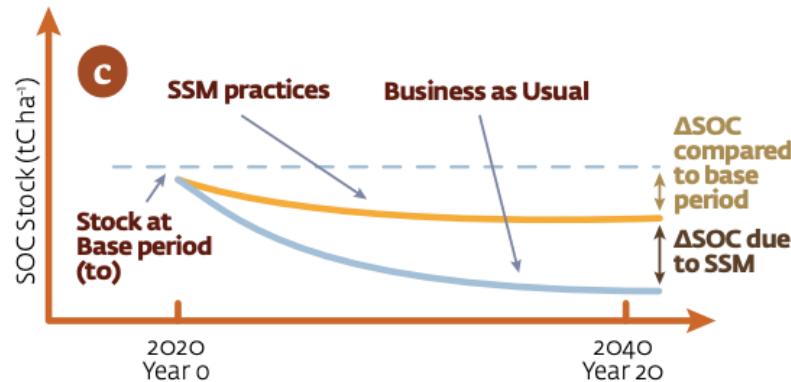
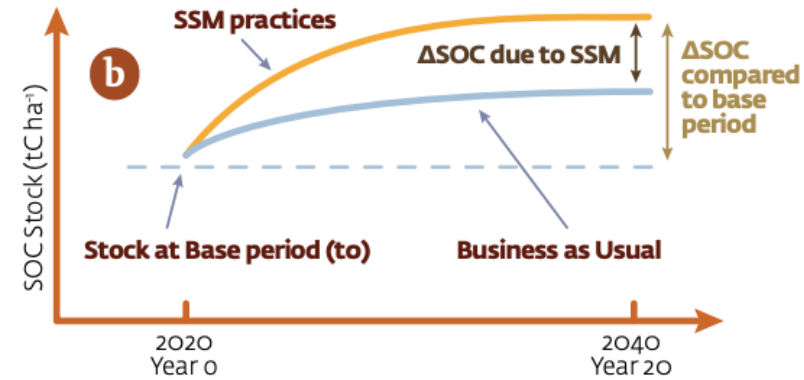
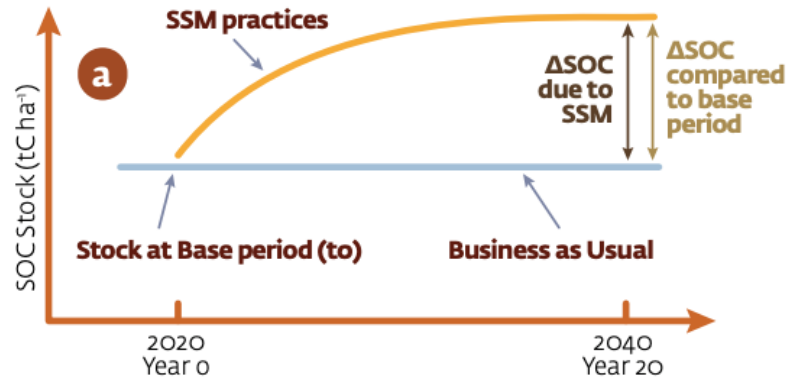


Toisella puolella kasvaa viljan aluskasvina italianraiheinää. Toista puolta Jaakko Kangas viljelee samaan tapaan kuin tekisi muutenkin. Heinä saa yhteyttä pellossa talven yli. Maa muokataan vasta keväällä ennen kylvöjä.



# Improved land management effects on soil carbon and greenhouse gas emissions (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)

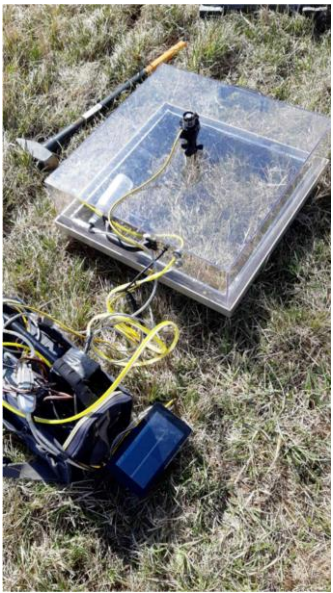
SSM = Sustainable soil management



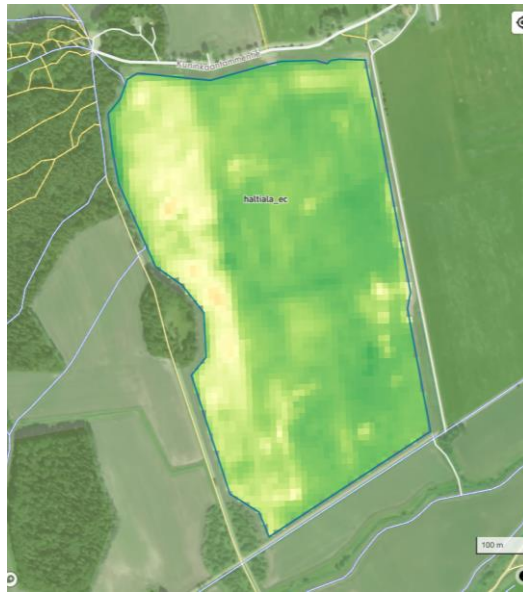
# Attributes of monitoring, reporting and verification

1. How much carbon is sequestered, or GHG emissions are avoided?
2. How much of this is additional?
3. For how long does the improvement last?
4. How is it accounted for in various business models?





Chamber measurements of greenhouse gases ↑  
Direct measurements of soil carbon ↓



Satellite measurements and other  
remote sensing techniques ↑



Continuous measurements of greenhouse gases ↓



# Issues with the carbon and GHG quantification methods

## Direct measurements

- Temporal change in soil carbon stock is small compared to spatial variability
- Business-as-usual references are impractical

## Satellite measurements and other remote sensing

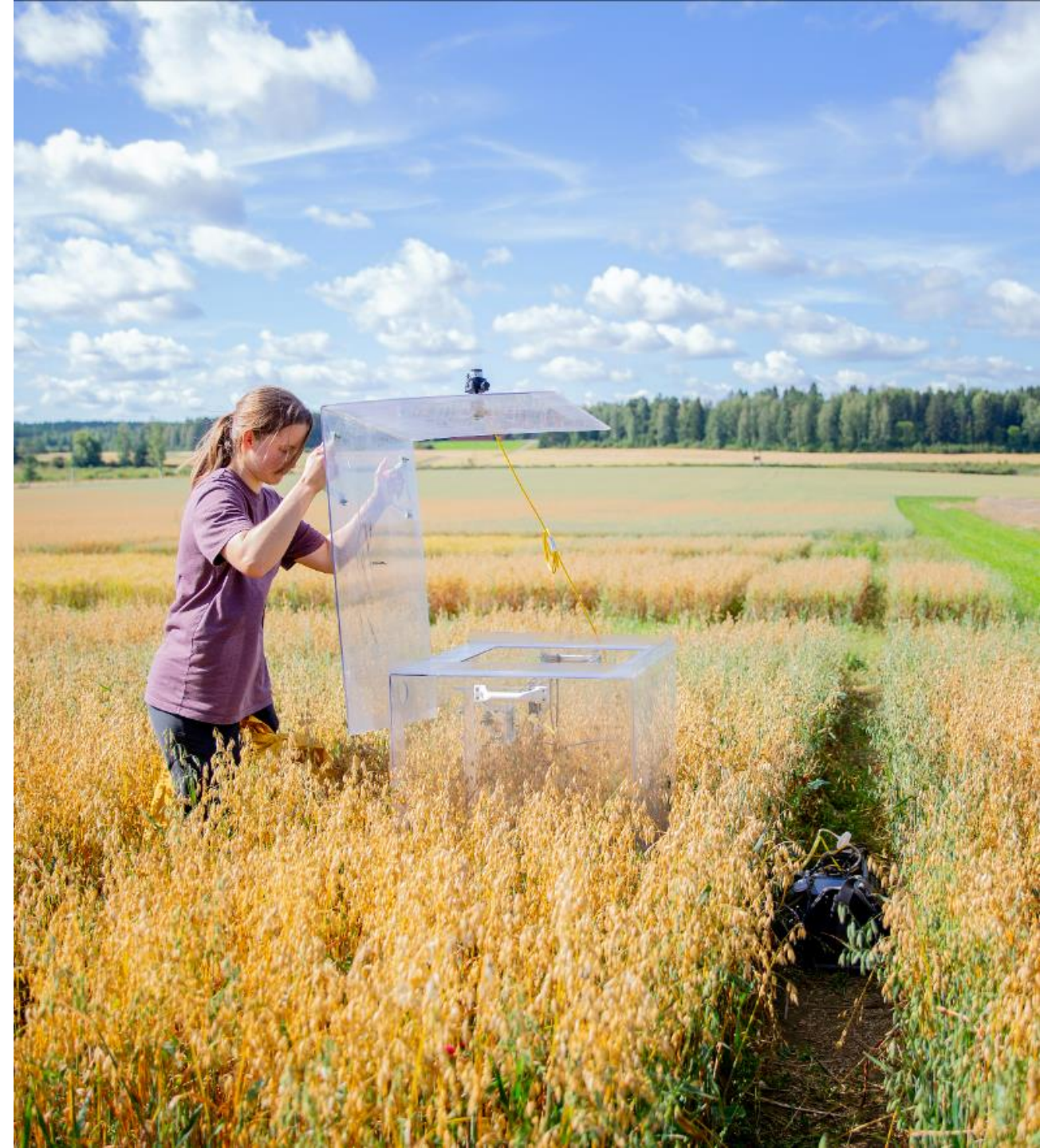
- Unable to measure soil carbon or GHGs by field

## Emission factor methods

- Cannot capture spatial and temporal heterogeneity

## Process-based modeling

- Lack some necessary processes
- Uncertainties in model parameters and structure



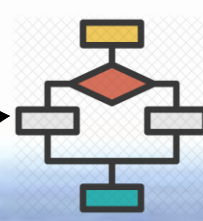


# Way forward

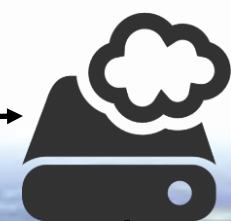
1. Integration of the different quantification methods into a digital system
2. Development of the quantification methods for the common goal



Satellites



Model-data fusion



Reference sites  
ICOS, ENVRI etc.



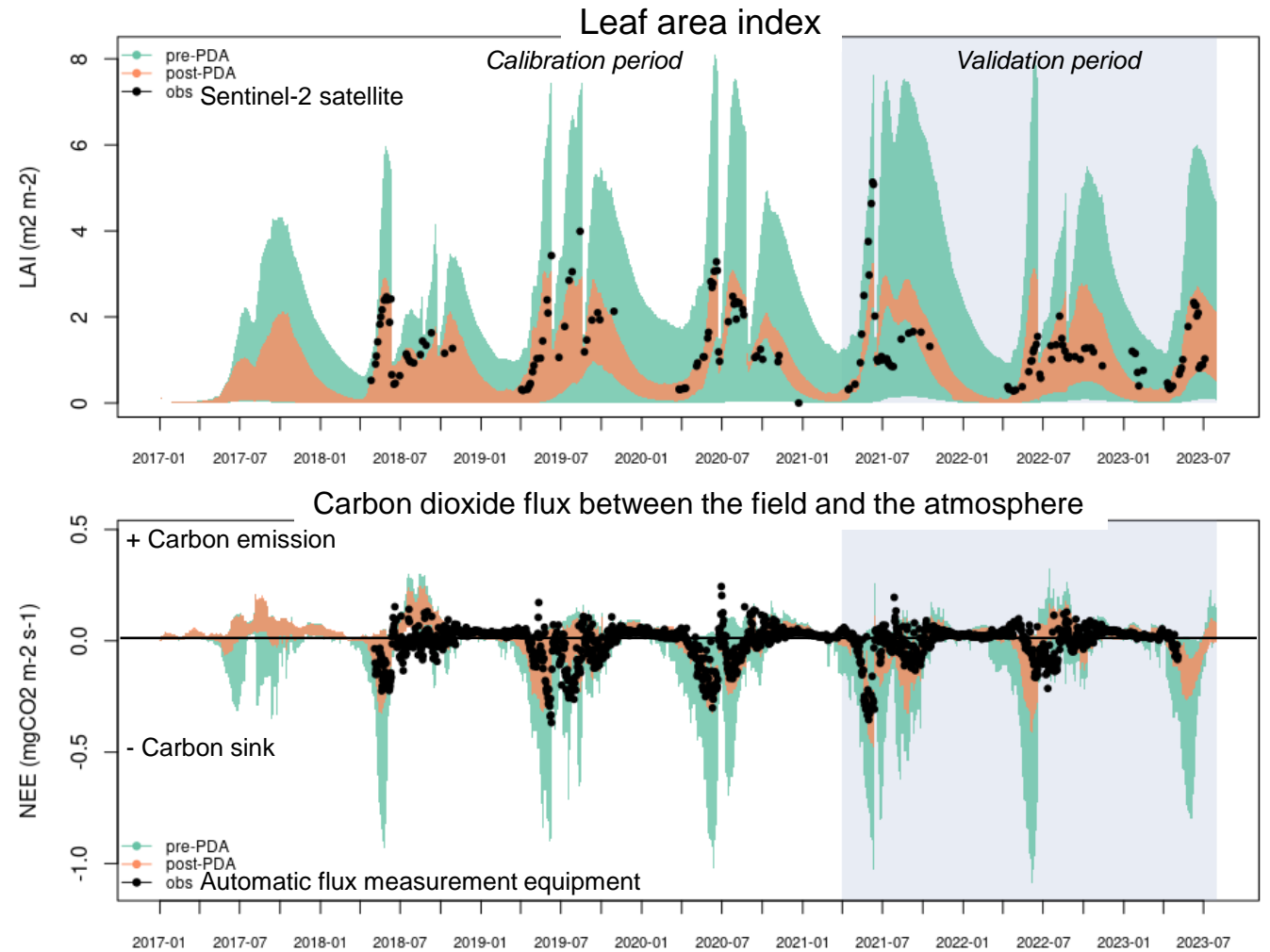
Ordinary fields



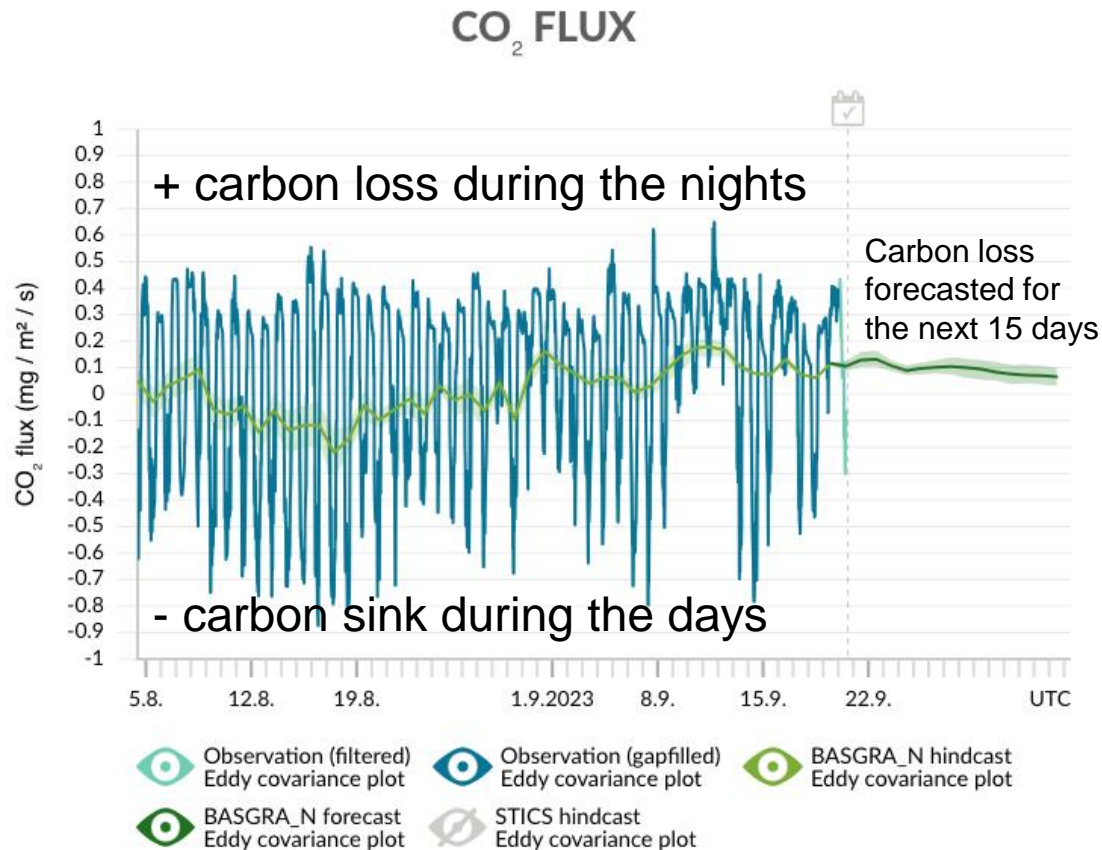
Fieldobservatory.org

Applications

# Calibrating BASGRA ecosystem model using data from a reference site in Finland



# Real-time carbon balance monitoring and forecasting in Field Observatory



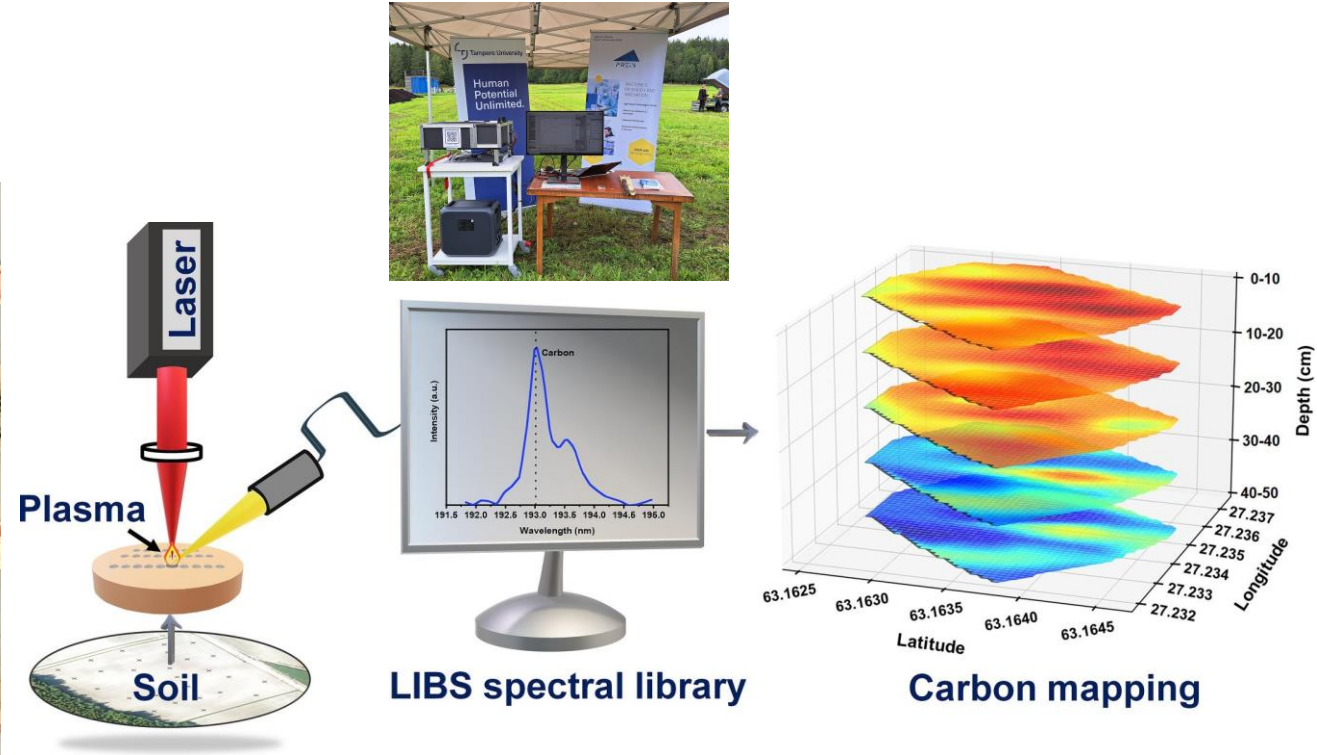
# Advancing Soil Carbon Measurement Efficiency: Field Applications of Laser-Induced Breakdown Spectroscopy for 80%\* Cost Reduction



Photo: Jari Liski

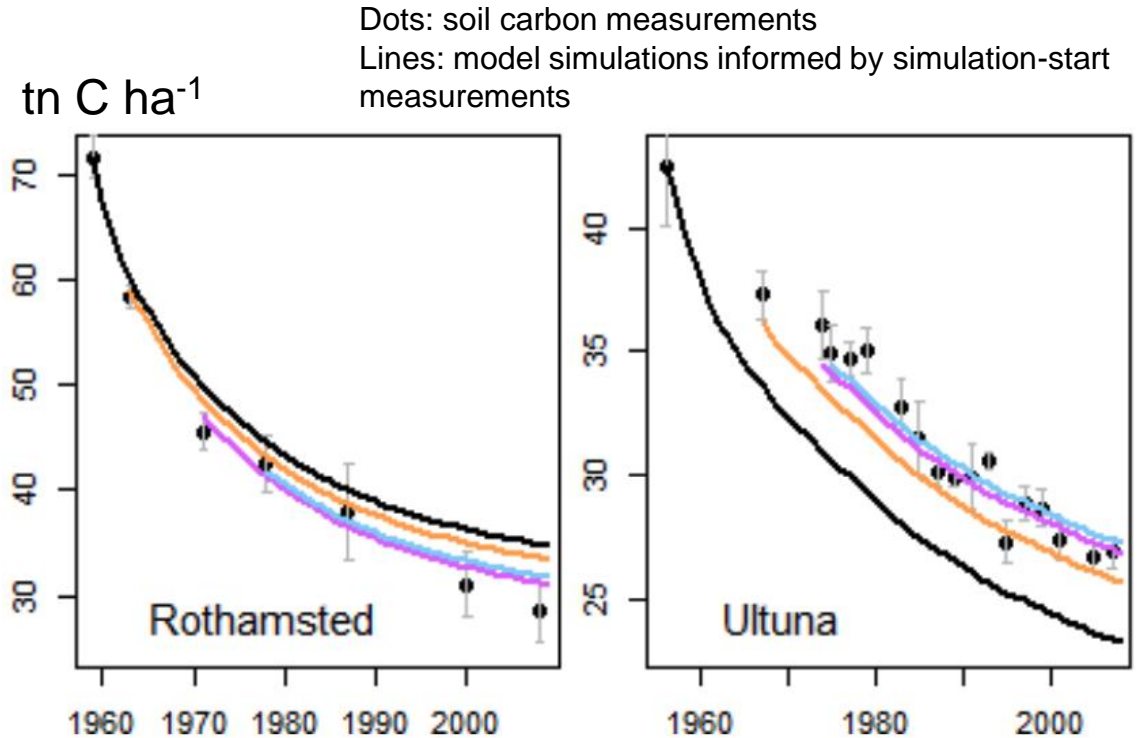
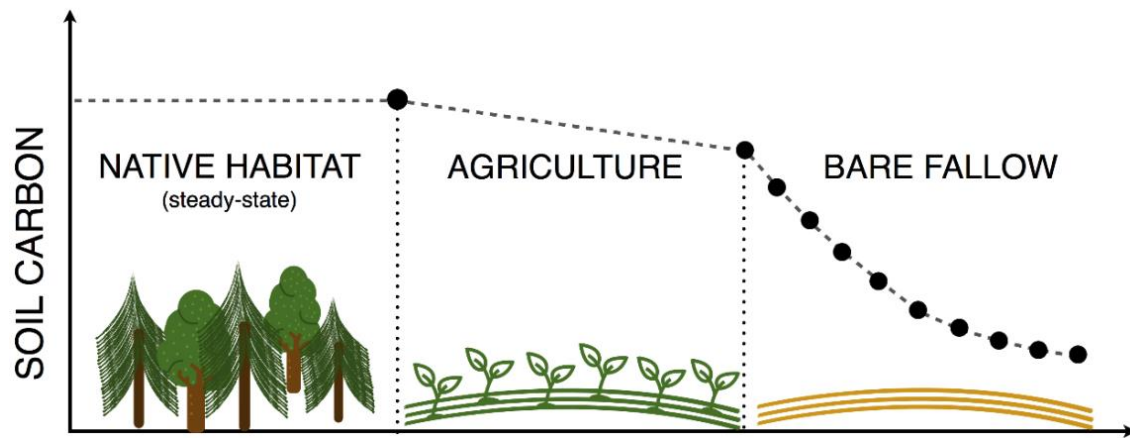


Photo: Pekka Heikkinen



Dwivedi et al. 2023. Geoderma. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2023.116550>

# Improving Yasso model's soil carbon estimates with state-data assimilation





ILMATIETEEN LAITOS  
METEOROLOGISKA INSTITUTET  
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

# Thank you.

Contact: [jari.liski@fmi.fi](mailto:jari.liski@fmi.fi)

25.9.2023

