

Maanparannusaineiden hiilitasevaikutuksen mallinnus (MAHTAVA)

Kristiina Regina, Jaakko Heikkinen, Sari Luostarinen

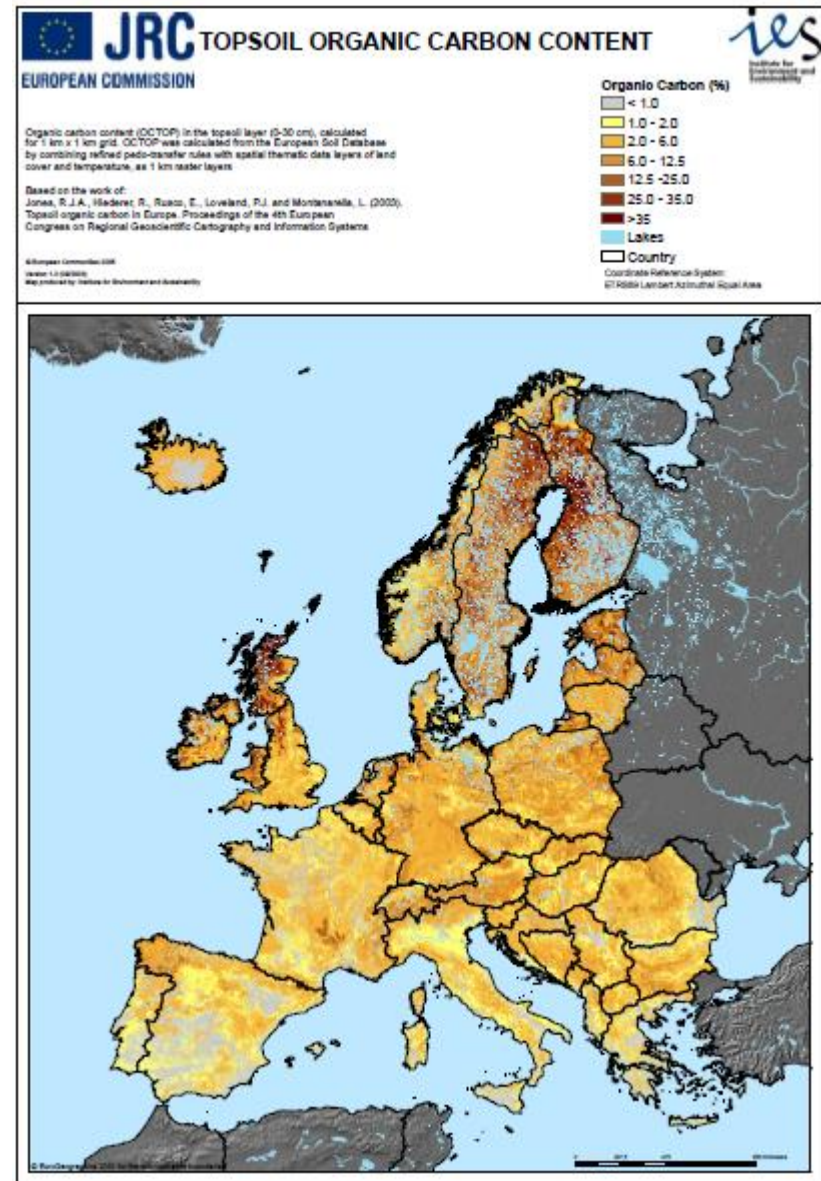
MATO-tutkimusohjelman vuosiseminaari 15.2.2017

Maanparannusaineiden hiilitasevaikutuksen mallinnus (MAHTAVA)

- 1.5.2016 - 31.12.2018
- Tavoite: Kehittää boreaaliselle ilmastovyöhykkeelle soveltuva hiilivarastomuutosten arviointimenetelmä, joka ottaa huomioon maanparannusaineiden ominaisuudet.
- Miksi:
 - EU:n LULUCF-päätöksen mukainen raportointi maatalousmaan hoidon vaikutuksesta on alkanut
 - Ranskan tekemä 4/1000 aloite maaperän hiilen sitomisen edistämiseksi
 - Pariisin ilmastopöytäkirjan kaudella maatalousmaan hoidon hiilitase on yhä tärkeämmässä roolissa – linkki taakanjakosektorille
 - Annetaan viljelijöille tunnustusta työstä maaperän hyväksi

Maaperän hiili

- Tärkeää sekä maan viljavuuden että ilmastönäkökohtien kannalta
- Pohjois-Euroopassa hiilipitoisuudet ovat korkeita – selittyy turvemaiden mutta myös kivennäismaiden hiilipitoisuus on meillä korkeampi kuin Euroopassa keskimäärin
- Suuri hiilipitoisuus voi myös muodostaa riskin isoille päästöille
- Maatalousmaan hiilivarasto on 20-40 % pienempi kuin luonnontilaisten maiden



Havaitut trendit maaperän hiilivarastoissa

- EU-27 alueen hiilivarasto on 75 mrd tonnia; 50% siitä on Irlannissa, Suomessa, Ruotsissa ja Britanniassa.
- Euroopan maaperä keskimäärin sitoo hiiltä. Ruohikkomaat ja metsät sitovat hiiltä (80 Mt/vuosi), mutta maatalousmaat ovat hiilen lähde (10–40 Mt/vuosi).
 - <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/soil-organic-carbon-1/assessment>
- Kaksi esimerkkiä maatalousmaista: Suomessa havaittiin hiilivaraston pieneneminen, mutta Ruotsissa kehitys on kääntynyt nousevaksi ehkä hevosten määrän kolminkertaistumisen vuoksi (nurmea enemmän)

Global Change Biology (2013) 19, 1456–1469, doi: 10.1111/gcb.12137

Declining trend of carbon in Finnish cropland soils in 1974–2009

JAAKKO HEIKKINEN, ELISE KETOJA, VISA NUUTINEN and KRISTIINA REGINA

Biogeosciences, 12, 3241–3251, 2015
www.biogeosciences.net/12/3241/2015/
doi:10.5194/bg-12-3241-2015
© Author(s) 2015. CC Attribution 3.0 License.



Biogeosciences



Positive trends in organic carbon storage in Swedish agricultural soils due to unexpected socio-economic drivers =

C. Poeplau¹, M. A. Bolinder¹, J. Eriksson², M. Lundblad², and T. Kätterer¹



Ehdotetut menetelmät maaperän hiilen lisäämiseksi ja rajoitteet

Kevennetty muokkaus ja suorakylvö (0.2-4.9 t/ha/yr; Stockmann et al. 2013)

- Maan murut hajoavat talvella
- Maan kosteus edistää hajotustoimintaa – suurin vaikutus kuivilla ilmastovyöhykkeillä

Avokesannoinnin välttäminen (0.2-0.3 t/ha/yr; Stockmann et al. 2013)

- Avokesannoitus ei ole yleistä Euroopassa

Nurmet viljelykierrossa (0.2-0.9 t/ha/yr; Stockmann et al. 2013)

- Suomessa nurmet uusitaan 3-4 vuoden välein, eivät yhtä tehokkaita kuin monivuotiset nurmet

Kasvintähteen palautus (-3.7-38%; Powlson et al. 2011; vain 6/23 kokeessa tilastollinen merkitys)

- Kasvintähteen poisto kokeissa ei yleensä ole täydellinen; esim. lierot kuljettavat tähdettä nopeasti maahan
- Juuriston vaikutus hiilivarastoon on suurempi kuin maanpäällisen tähteen
- Tähteen sekoitus maahan nopeuttaa hajotusta -> voi käynnistää myös jo varastoidun hiilen hajotuksen

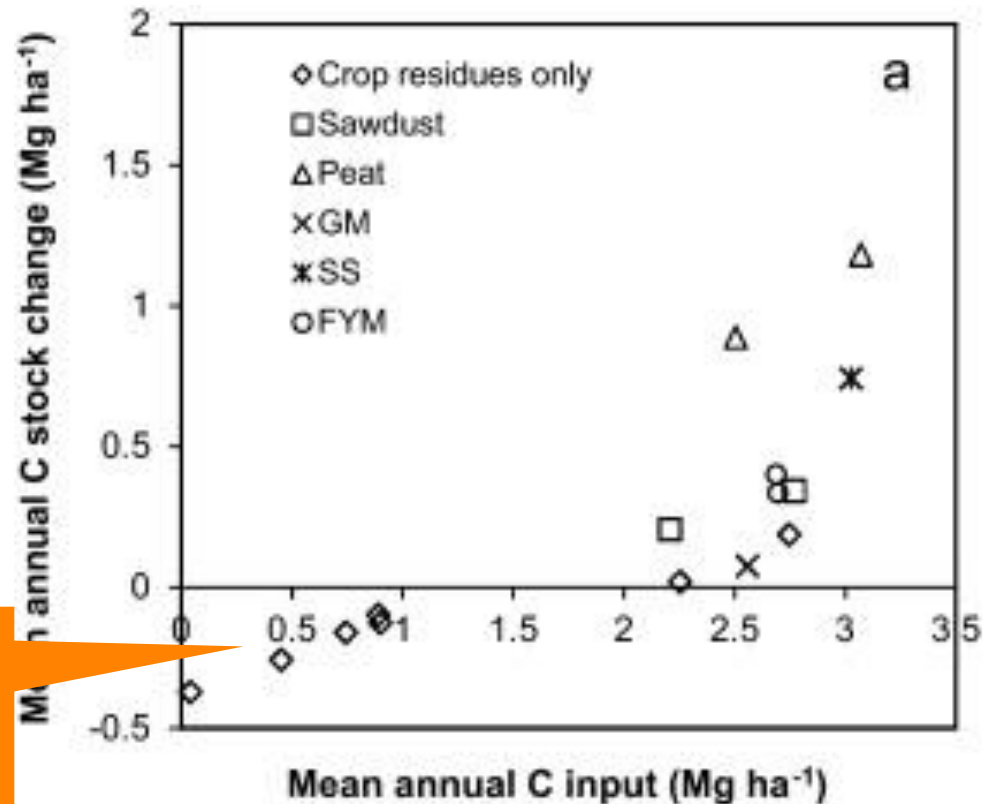
Maanparannus (IPCC: 0-38% 20 vuodessa)

- Hiilen varastoitumispotentiaali riippuu materiaalin määrästä ja laadusta

Orgaanisen aineksen lisääminen

- Periaatteessa mitä enemmän lisätään ainesta maahan, sitä enemmän voi sitoutua – yhteys ei kuitenkaan ole niin yksinkertainen:
 - Mahdollinen ”priming effect” ja saturaatio heikentävät potentiaalia

Pelkät kasvintähteet eivät ylläpidä maan hiilivarastoa



Ultunan vuonna 1956 aloitettu pitkäaikaiskoe (Kätterer ym. 2011): Vuotuinen hiilivarastomuutos vuotuisen hiilisyötteen (a) tai kemiallisen laadun mukaan muunnetun hiilisyötteen (b) funktiona. Kokeen 15 eri käsittelyä on jaettu kuuteen ryhmään: vain kasvintähteet, sahajauho, turve, viherlannoitus (GM), jätevesiliete (SS) ja kuivalanta (FYM).

Erityiset kysymykset hankkeessa

- Kuinka paljon hitaammin juuret hajoavat kuin maanpäälliset kasvintähteet?
- Miten lannan prosessointi vaikuttaa hiilen pysyvyyteen maassa?
- Voidaanko maanparannustoimet saada näkymään kasvihuonekaasuinventaariossa maaperän hiilivaraston lisääntymisenä?

Juurten rooli hiilensidonnassa

- Miksi nurmilla suotuisa hiilivarastovaikutus, vaikka kokonaishiilisyöte ei paljon eroa muista kasveista?
- Onko syynä maanalaisen hiilisyötteen suurempi osuus?

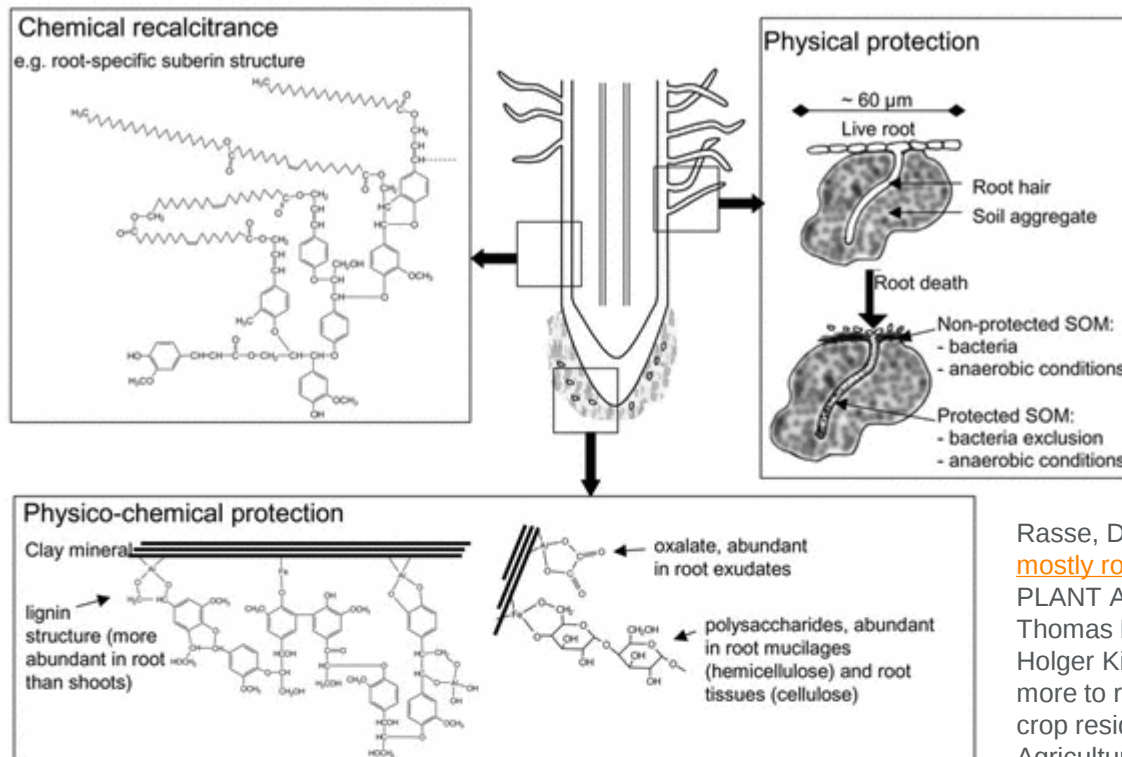


Figure 1. Schematic representation of the main processes resulting in the specific protection of root C in soils

Juurten vaikutus suuri, koska:

- Juurten tähteet sijaitsevat maassa eikä sen päällä
- Kasvipeitteinen kausi pidempi
- Juurten kemiallinen laatu saa sen kestävämmän hajotusta paremmin

Rasse, DP; Rumpel, C; Dignac, MF 2005 [Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for a specific stabilisation](#) PLANT AND SOIL 269: 341-356

Thomas Kätterer, Martin Anders Bolinder, Olof Andrén, Holger Kirchmann, Lorenzo Menichetti. Roots contribute more to refractory soil organic matter than above-ground crop residues, as revealed by a long-term field experiment. Agriculture, Ecosystems & Environment 141, 2011, 184–192

Lanta

- Lanta kasvattaa maan hiilivarastoa
- Maan mittakaavassa vain tilojen ulkopuolelta tuleva aines tuo uutta hiiltä systeemiin – lanta päätyy pellolle joka tapauksessa
- Nykyistä tasaisempi jakautuminen maantieteellisesti olisi eduksi kivennäismaille
- Mikä on lannan prosessoinnin vaikutus hajoamiseen ja varastoitumiseen maaperässä?

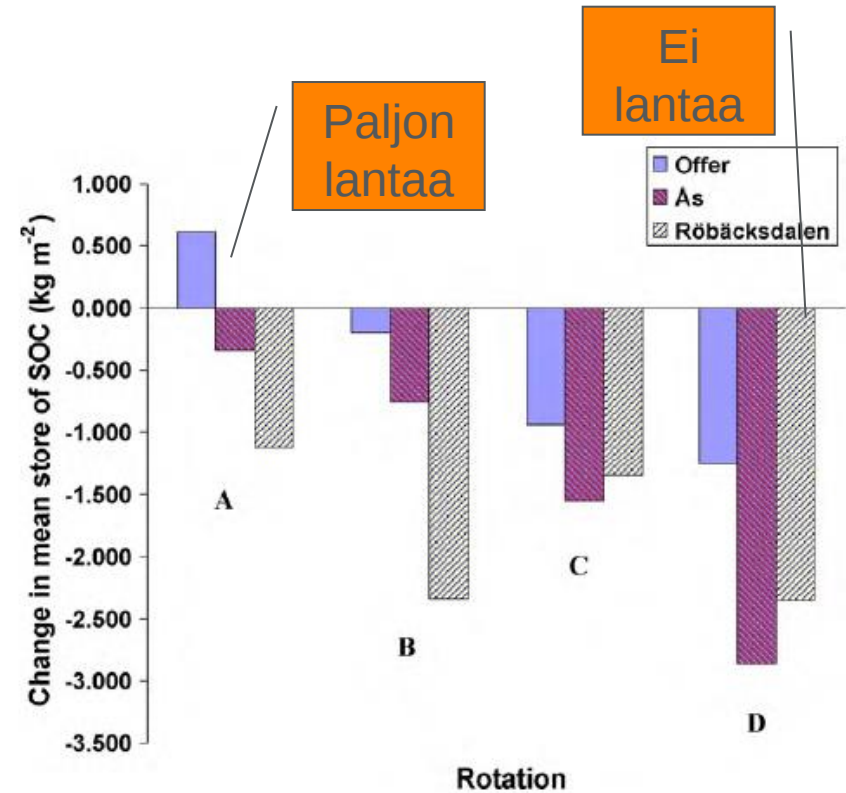


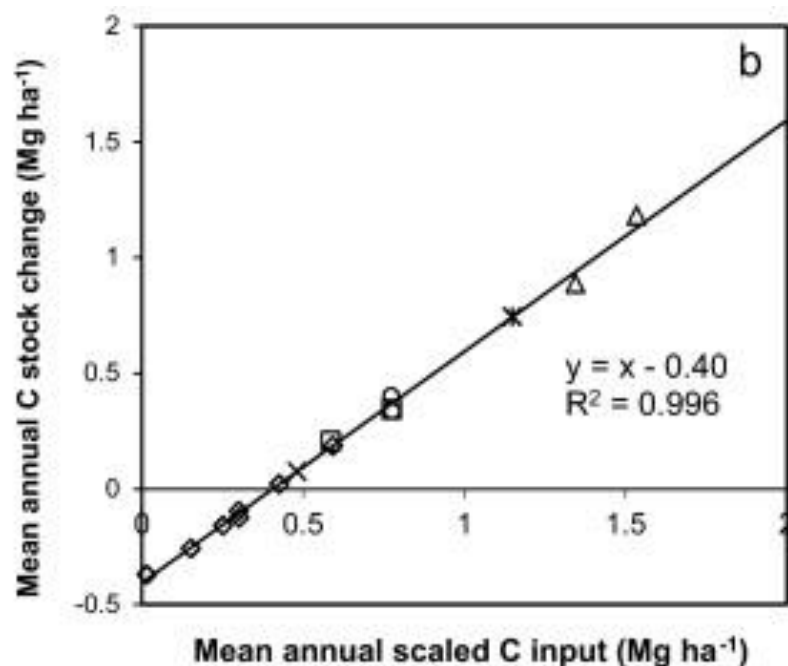
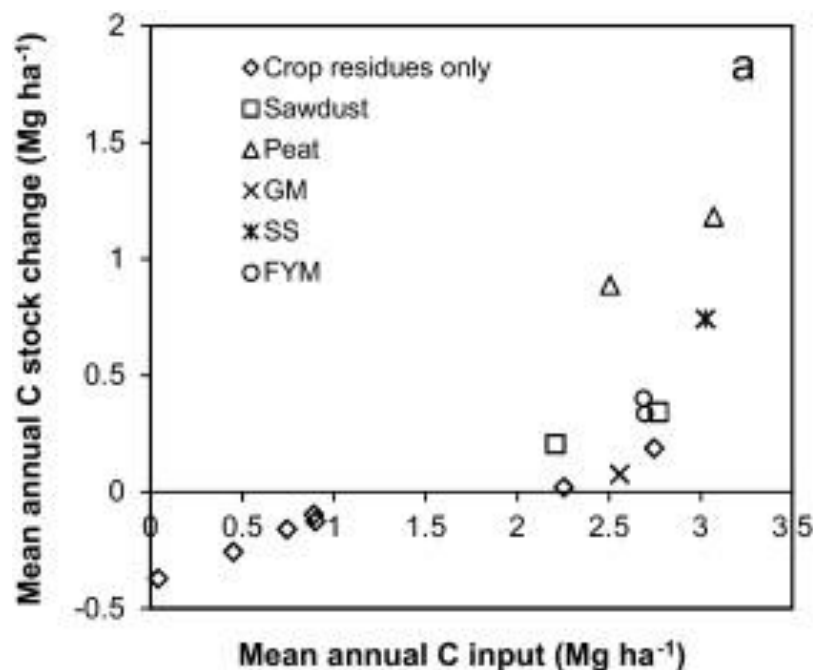
Fig. 2. Estimated change in soil organic carbon (SOC) stocks in the 0–25 cm depth for each of the three sites and four rotations. Change between 2008 and 1956 for Offer, from 1957 to 1987 for Ås, and during the 1958 to 1987 period for Rönnebydalen. (A) Continuous forage rotation receiving 10 Mg ha⁻¹ yr⁻¹ of cattle manure. (B) Rotation with 4 years of forage and 2 years of annuals receiving also 10 Mg ha⁻¹ yr⁻¹ of cattle manure. (C) Rotation with 3 years of forage and 3 years of annuals receiving 6.5 Mg ha⁻¹ yr⁻¹ of cattle manure. (D) Rotation with only annuals and no manure application.

Kaksi asiaa, joista MAHTAVA-hanke sai inspiraation

1) Hiilisyötteen kemiallinen laatu näkyy hiilivaraston koossa

2) Kemiallinen laatu on lähtötietona

kasvihuonekaasuinventaarion menetelmässä



- *Ultunan vuonna 1956 aloitettu pitkäaikaiskoe (Kätterer ym. 2011): Vuotuinen hiilivarastomuutos vuotuisen hiilisyötteen (a) tai kemiallisen laadun mukaan muunnetun hiilisyötteen (b) funktiona. Kokeen 15 eri käsittelyä on jaettu kuuteen ryhmään: vain kasvintähteet, sahajauho, turve, viherlannoitus (GM), jätevesiliete (SS) ja kuivalanta (FYM).*

Yasso07 -malli

- Orgaanisen aineen hajoaminen johtaa hiilidioksidipäästöihin maaperästä ja hiilen siirtymisen ositteesta toiseen (kuvan laatikot)
- Maaperään tulleen kasvimateriaalin hajoaminen riippuu sen kemiallisesta laadusta ja ilmasto-oloista
- Lisätietoja:
www.ymparisto.fi/syke/yasso

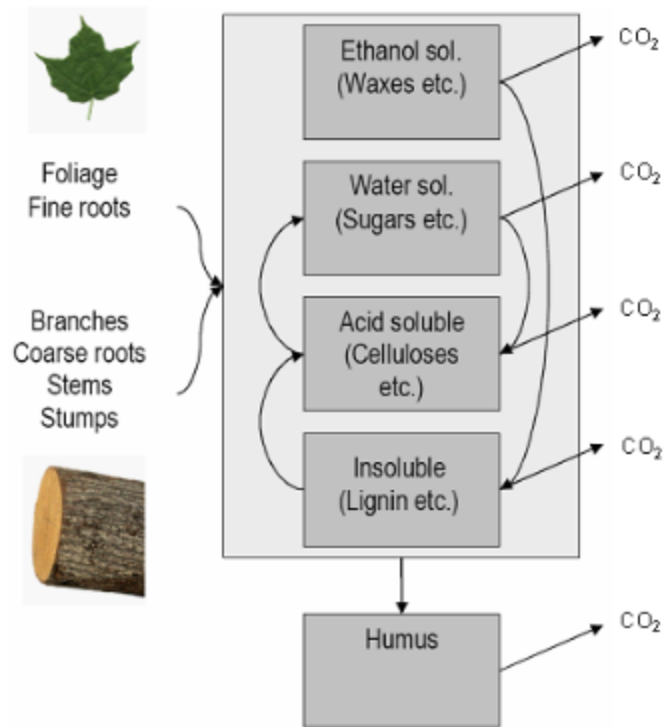
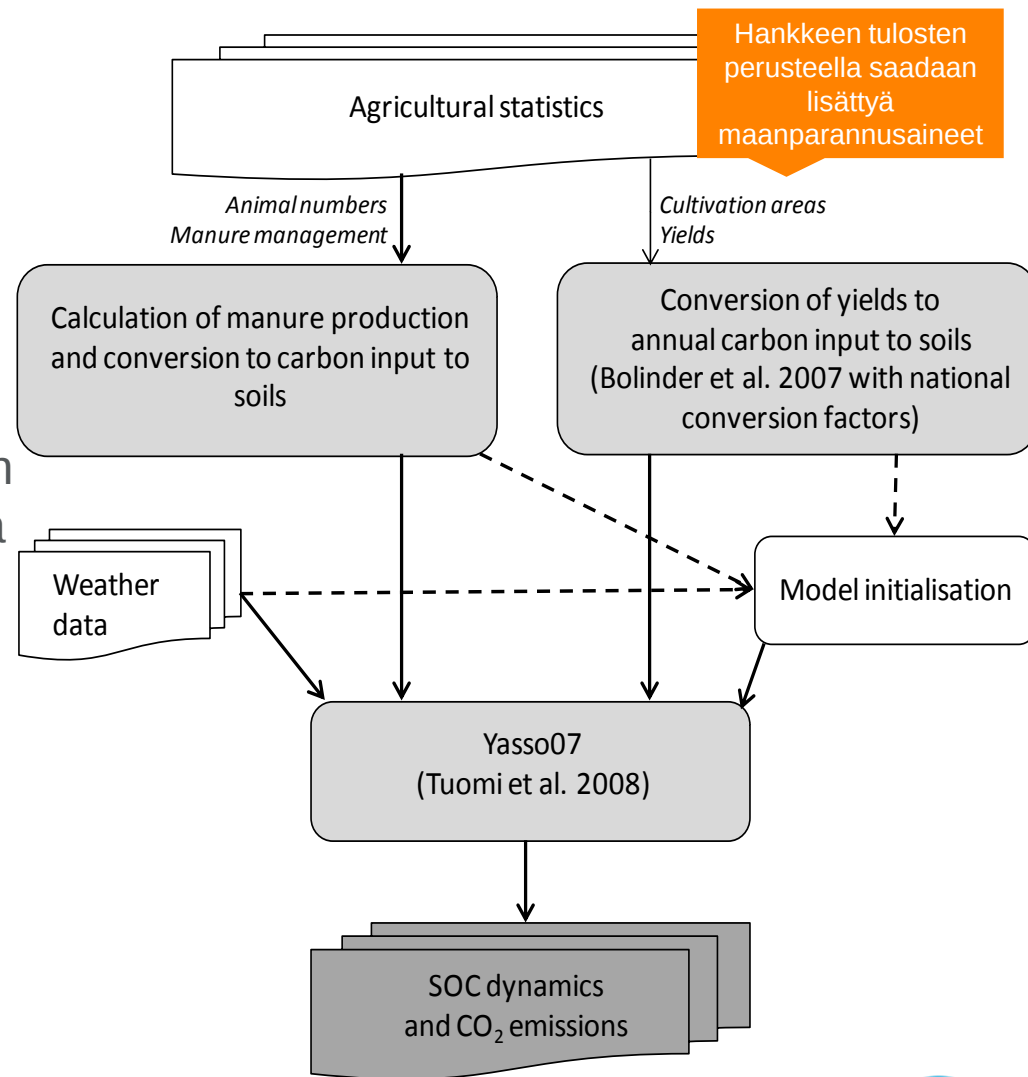


Figure. Yasso07 soil carbon model flow chart. The boxes represent soil carbon compartments, the arrows carbon fluxes; only those carbon fluxes are shown that deviate significantly from zero

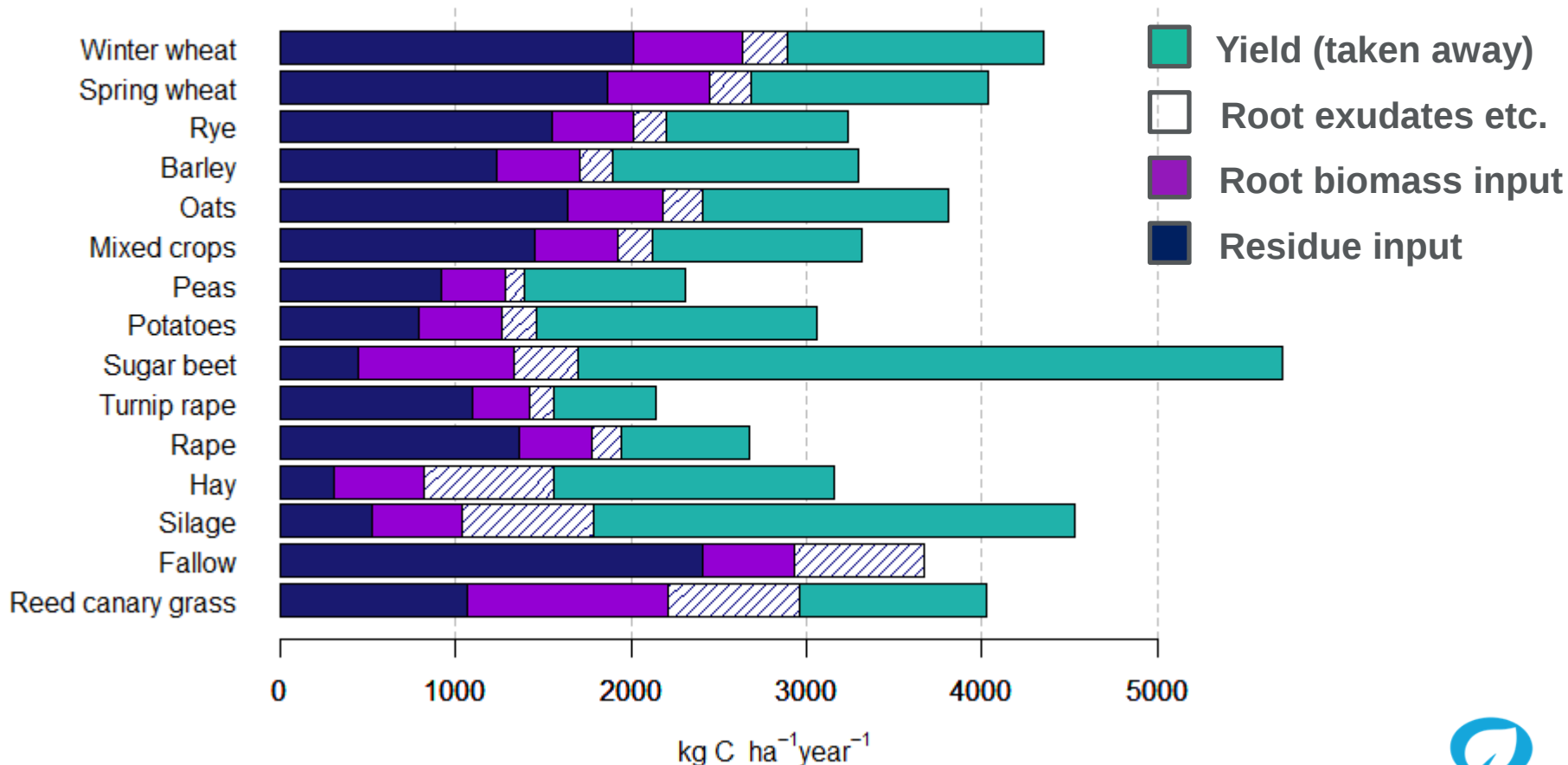
Inventaariomenetelmä

- Lasketaan ELY-keskuksittain satotiedoista ja viljelyaloista kasvintähteiden hiilisyöte + eläintiedoista lannan hiilisyöte
- Simuloidaan näiden eloperäisten materiaalien hajoamista maassa Yasso-mallilla → saadaan maaperän hiilivaraston muutos, joka raportoidaan CO₂-päästönä/nieluna



Hiilisyöte maahan, esimerkki – maahan päätyy muu paitsi satona pois viety

(Example region Varsinais-Suomi)



Materiaalit	+	-
Metsäteollisuuden kuidut, lietteet ja tuhka	Määrät suuria	Keskittynyt tietyille paikkakunnille. Tuhkassa ja kuiduissa vähän typpeä.
Kompostit	Palauttavat kasvimassoja elintarviketeollisuudesta pelloille	Prosessissa menetetään typpeä
Jätevesilietteet	Hyvin saatavilla ympäri maata	Voivat sisältää ei-toivottuja haitta-aineita
Mädätysjäännös	Jäljelle jäävä hiili stabiilissa muodossa	Hiiltä menetetään prosessissa 40-60 %
Viherlannoitus, kerääjäkasvit	Vähentävät väkilannoitteen tarvetta. Kerääjäkasvit voivat vähentää ravinnehuuhtoumia jopa 60 %. Juurten kemiallinen laatu hyvä hiilensidonnan kannalta.	Lisää viljelijän työtä
Biohiili	Hyvä stabiilisuus maassa, parantaa vedenpidätuskykyä	Jos tehdään puusta, hiilivarasto siirtyy metsästä peltoon ilman varsinaista nettolisäystä. Voidaan kuitenkin tehdä esim. oljesta tai lannasta. Hiiltä menetetään prosessissa ~65 %.

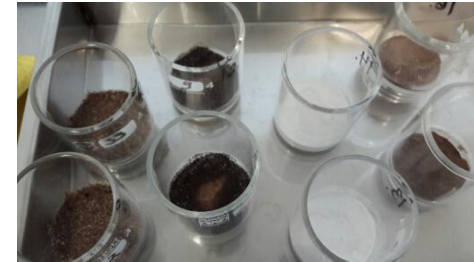
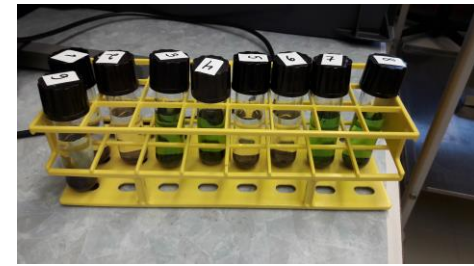
Analyyseihin tulevat materiaalit



Tyyppi	Materiaali
Komposti	1 Järviruokokomposti 2 Kasvintähdekomposti
Metsäteollisuuden sivutuotteet	3 Nollakuitu 4 Kalkkistabiloitu liete 5 Liete
Alus- ja kerääjäkasvit	6 Raiheinä 6a + juuret 6b 7 Puna-apila + juuret
Lannat	8 Lietelanta, sika (raaka) 9 Lietelanta, sika (mädätetty ja separoitu) 10 Lietelanta, nauta (raaka) 11 Lietelanta, nauta (mädätetty) 12 Lietelanta, nauta (separoitu) 13 Kuivalanta, siipikarja (kompostoituu) 14 Kuivalanta, hevonen (palanut) 15 Kuivalanta, hevonen
Jätevesiliete-pohjaiset lannoitevalmisteet	16 Puhdistamoliete 17 Mädätetty liete, kuivajae (sianliete 25%+teollisuuden massat) 18 Kompostoituu jätevesiliete + turve (1:1)
Mädätetty kasvimassa	19 Nurmi 20 Nurmi + biojäte
Biohiili	21 HTC (Paju) 22 Hidas pyrolyysi (Mänty, kuori) 23 Torrefikaatio (Kuusi)

Työsuunnitelma

- Määritetään kemiallinen laatu isosta joukosta maanparannusaineita ja vastaavia materiaaleja
 - Happoliukoinen, vesiliukoinen, etanoliliukoinen ja liukenematon osite
- Mitataan hiilidioksidin tuottoa maahan sekoitetuista materiaaleista laboratoriossa
- Mitataan materiaalien hajoamista maassa karikepusseissa
- Etsitään tilastollista yhteyttä kemiallisen laadun ja hajoamisen välillä
- Testataan uuden Yasso-mallin version toimivuutta sekä tarkastellaan kuvaavatko mallin funktiot myös maanparannusaineiden hajoamista
- Mallinnetaan maanparannuksen hiilivarastovaikutuksia alueellisesti Suomessa



Ensimmäiset tulokset kemiallisesta laadusta

	A	W	E	Ns
Järviruokokomposti	0,67	0,03	0,08	0,22
Kasvintähdekomposti	0,50	0,06	0,08	0,36
Nolla-kuitu	0,86	0,03	0,03	0,07
Kalkkistabiloitu liete	0,67	0,05	0,06	0,22

Vrt. raportoidut (Palosuo et al. 2016):

Table 2. Litter quality (AWENs fractions) of different plant types or manure provided as input information for Yasso07.

Plant litter	A	W	E	Ns	Ref.
Cereals	0.71	0.08	0.03	0.18	[8]
Pea	0.63	0.14	0.02	0.21	[22,24]
Potato	0.23	0.48	0.05	0.24	[22,24]
Sugarbeet	0.26	0.54	0.04	0.16	[22,24]
Oilseed rape	0.40	0.34	0.04	0.22	[22,24]
Turnip rape	0.42	0.27	0.04	0.27	[22,24]
Grasses	0.46	0.32	0.04	0.18	[22,24]
Manure	0.65	0.12	0.07	0.16	[8]

A: Acid-hydrolysable compounds; W: Water solubles; E: Ethanol solubles; Ns: Non-soluble, non-hydrolysable compounds.

Mitä pitäisi tehdä hiilivarastojen säilyttämiseksi/lisäämiseksi

- Hidastetaan turpeen hajoamista pelloissa
- Parannetaan heikkokuntoisimpien kivennäismaiden laatua
- Viedään lantaa kasvinviljelytiloille
- Etsitään turvallisia maanparannusaineita tilojen ulkopuolelta
- Parannetaan maanparannuksen näkyvyyttä kasvihuonekaasulaskelmissa

Kiitos!