

Maaperän hiilensidonnan rooli ilmastonmuutoksen hillinnässä

Kristiina Lång

11.12.2023

Soil functions

Soils deliver ecosystem services that enable life on Earth

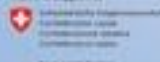


2015
International
Year of Soils
ia.org/soils2015



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

with the support of



Swiss Confederation
Government of the Canton of Valais

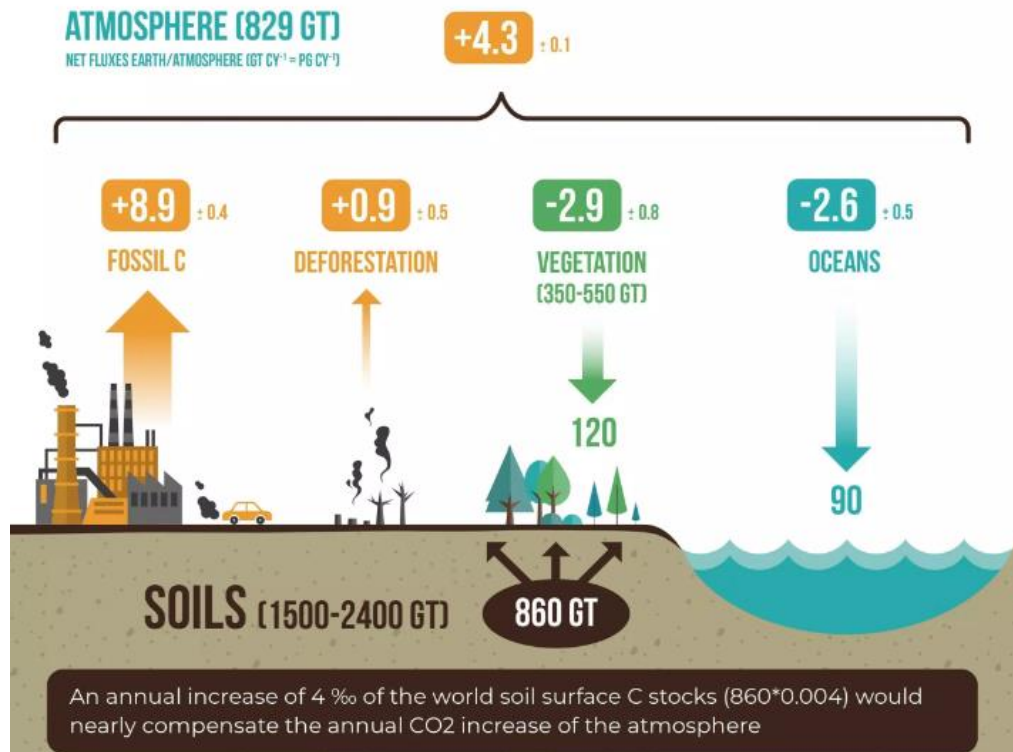
Pienilläkin muutoksilla maaperän hiilivarastossa voi olla iso merkitys

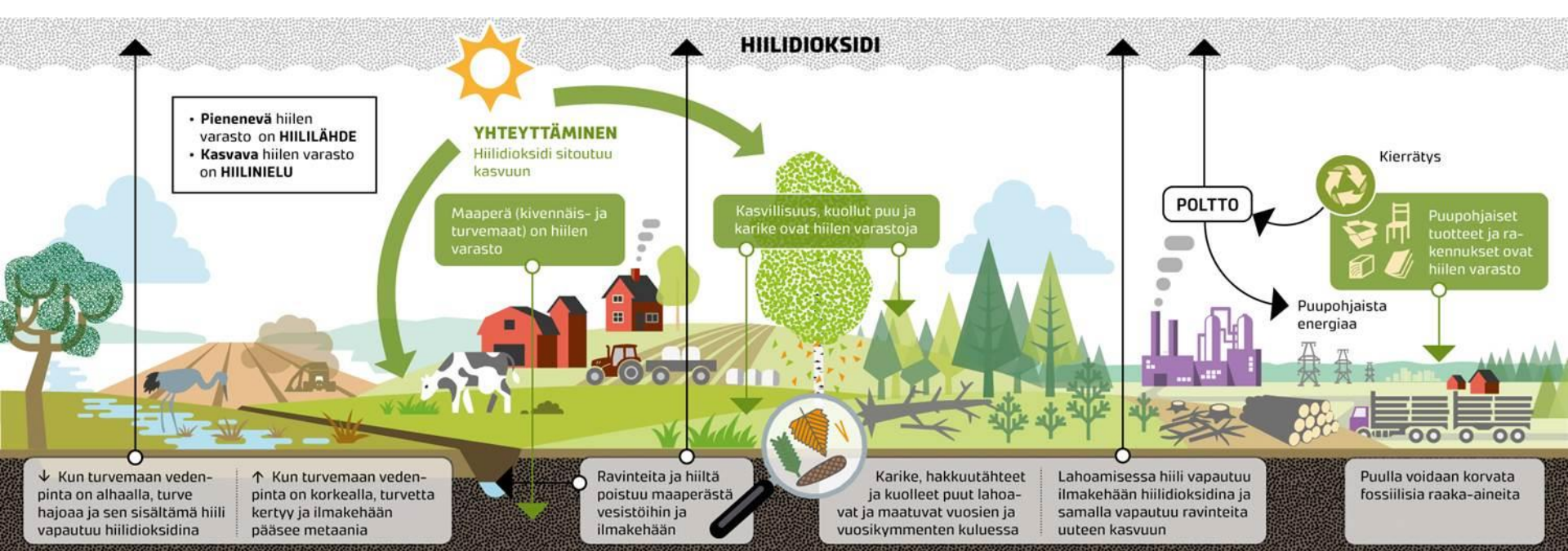
4 per 1000 –aloite havainnollisti: 0.4% kasvu maaperän hiilivarastossa (30-40 cm kerroksessa) pystyy miltei kumoamaan havaitun CO₂ nousun ilmakehässä (+4.3 vs. $860 \cdot -0.004 = -3.4$)



4 PER 1000

WHERE DOES IT COME FROM ?

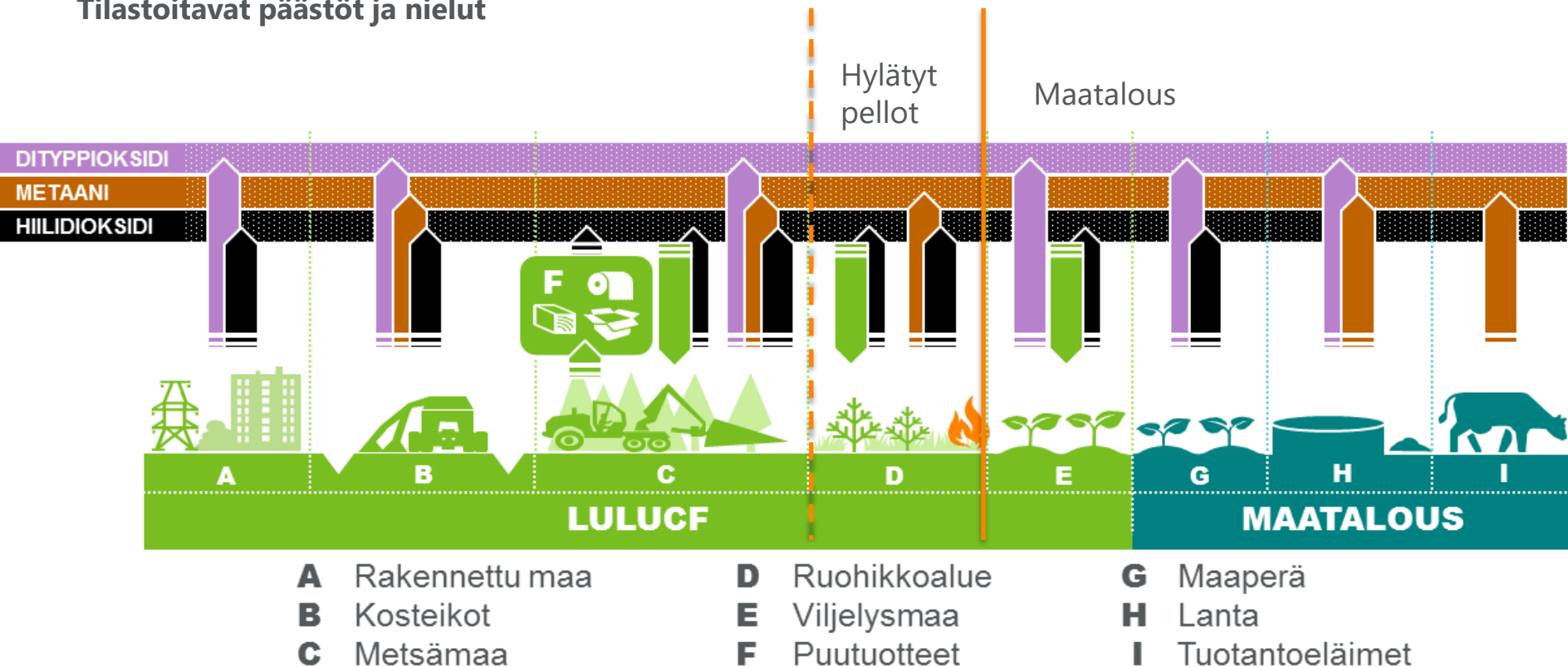




- Pienenevä hiilen varasto on **HIILILÄHDE**
- Kasvava hiilen varasto on **HIILINIELU**

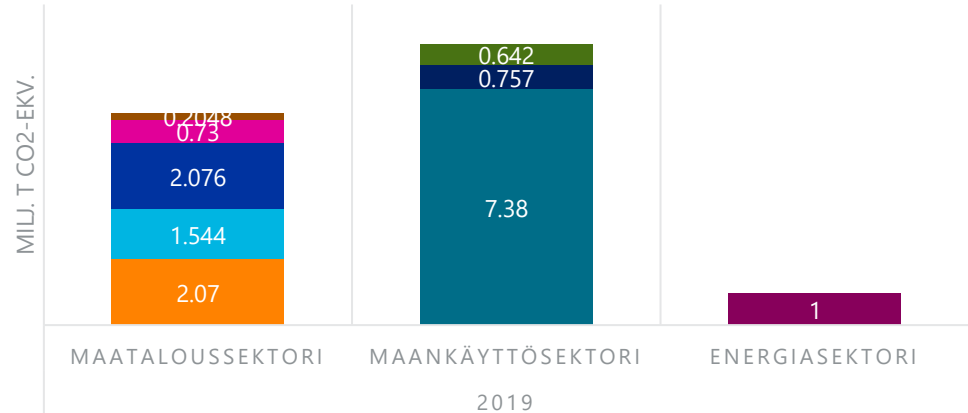
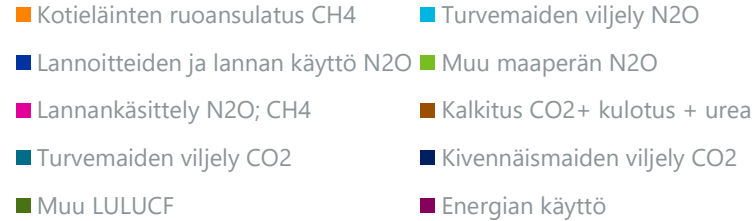
- Maataloussystemiin tulee hiiltä ja typpeä ja sitä poistuu tuotteiden mukana.
- Koska ainekierrat "vuotavat", osa hiilestä ja typestä karkaa systeemistä.
- Ainekiertoja pyörittävät kemialliset, fysikaaliset ja mikrobiologiset prosessit, joita on monia: esim. kasviaineksen hajoaminen kärkekerroksessa, turvemaassa, pötsissä tai lantavarastossa, lannoitetyypen denitrifikaatio tai hiiliyhdisteiden stabiloituminen maa-ainekseen.
- Kyse on tulevien ja lähtevien virtojen tasapainosta ja ajoituksesta: esim. kasvintähteen tulee hajota ja vapauttaa ravinteet uuden sadon käyttöön, mutta ravinteet eivät saisi olla kauaa "vapaana".

Tilastoitavat päästöt ja nielut



Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt 2019

- Maaperän hiilivaraston pieneneminen näkyy päästötilastoissa hiilidioksidipäästöinä (CO₂)
- Kivennäismaat on ollut myös nettoielu (=hiilivaraston kasvu) joinakin vuosina
- Suurin merkitys on turvepeltojen turpeen hajoamisen päästöillä

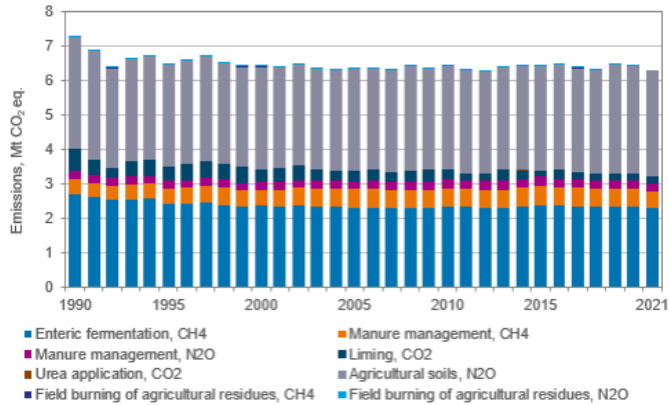


2019

CO₂

Maatalouden päästöjen aikasarjat

Maatalouden päästöt



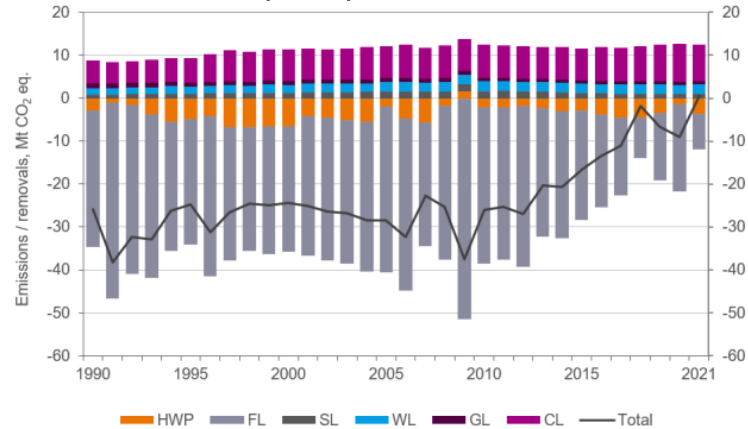
~6,5 milj. t CO₂-ekv. raportoitu maataloussektorilla

~9 milj. t CO₂-ekv. raportoitu viljelysmaan ja ruohikkomaan alla maankäyttösektorilla (Land use, Land-use change and Forestry)

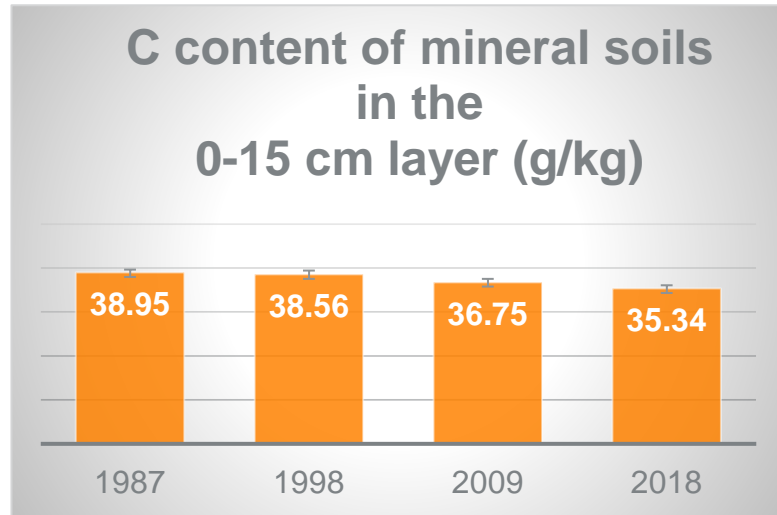
~ 1 milj. t CO₂-ekv. raportoitu energian päästöinä

Lähde: Tilastokeskus, https://stat.fi/media/uploads/tup/khkinv/fi_nir_eu_2021_2023-03-15.pdf

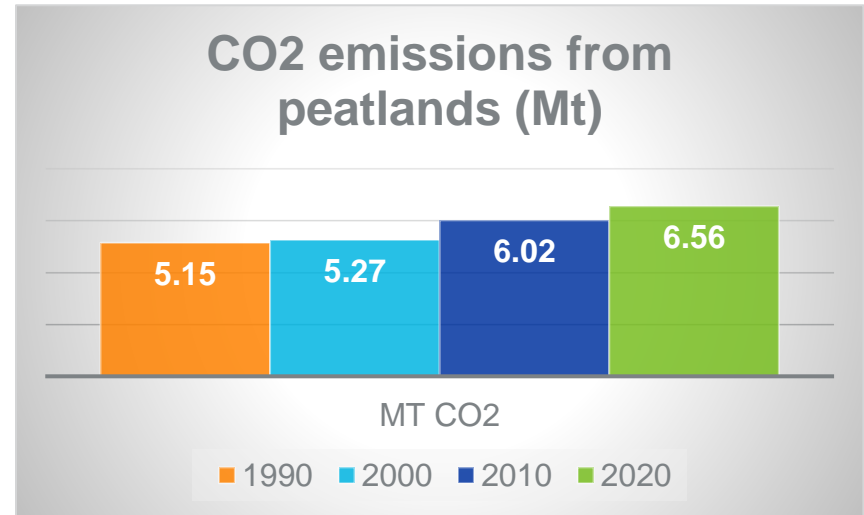
Maankäytön päästöt: LULUCF



Mineral soil C stock has declined and C loss from peatlands increased in Finland



- Loss of C 0,2 t/ha/year in 1987-2018
- C stock increased in fields with a perennial crop $\geq 80\%$ of the time

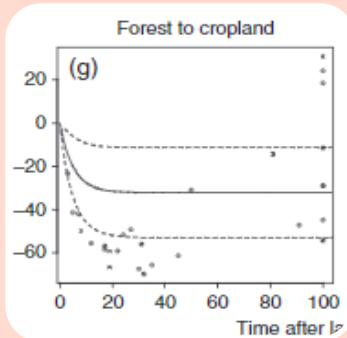


- Increase of 1.4 Mt in 1990-2020

(Statistics Finland 2022)

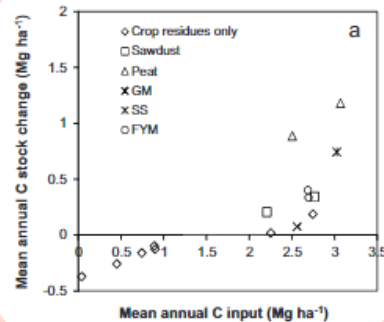
<https://www.luke.fi/fi/hiilen-maara-peltomaassa>

Miksi hiilivarasto pienenee?



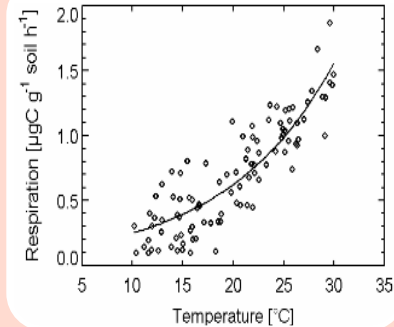
Pellot ovat nuoria –
menettävät
metsävaiheen hiiltä

Figure: doi:
10.1111/j.1365-
2486.2011.02408.x



Muutokset viljelyssä
- Vähemmän
monivuotisia kasveja
- Vähemmän lantaa
- Vähän
kasvintähteitä uusista
lajikelsta

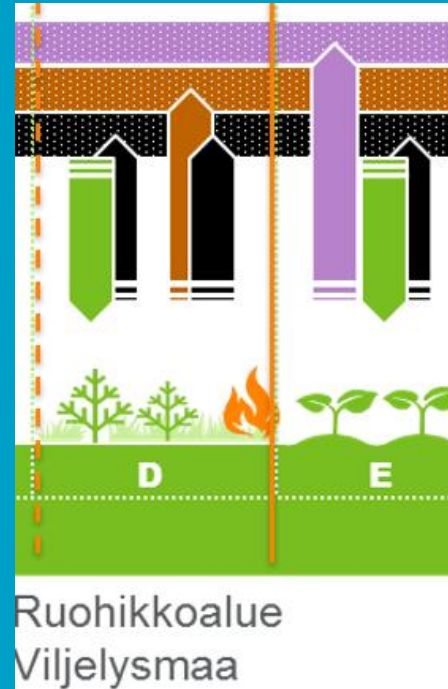
Figure: doi:
10.1016/j.agee.2011.02.0
29



Ilmastonmuutos
kiihdyttää hajotusta

Figure: 1726-
4189/bg/2005-2-317

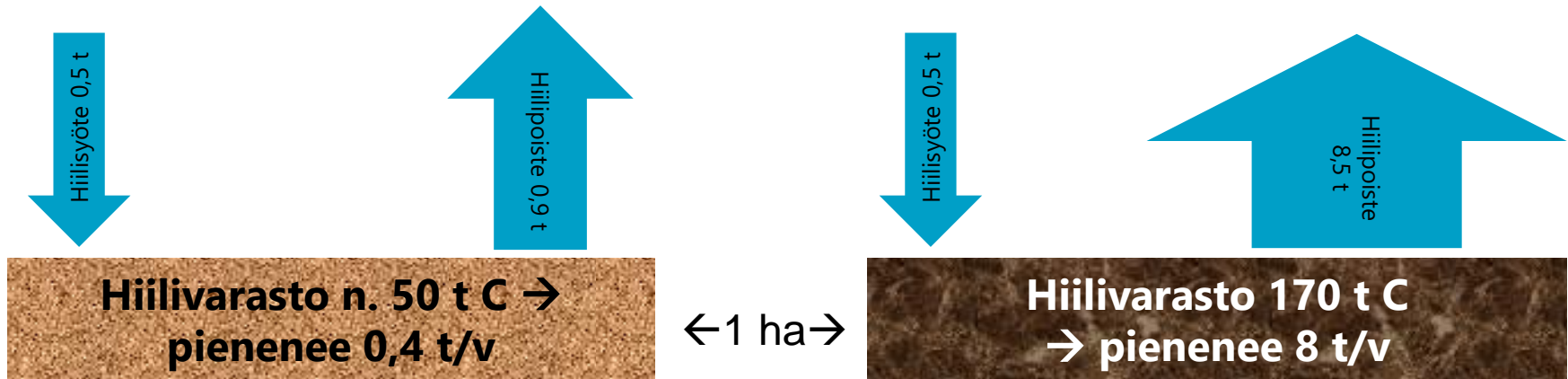
Maaperän hiilivaraston muutokset



Hiililtä kertyy, jos sitä tulee maaperään enemmän kuin sitä poistuu

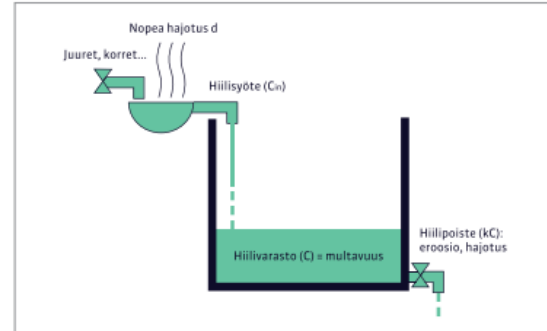
Kivennäismaat: Tyypillisen viljapellon hiilivarasto pienenee 0,4 tonnia hehtaarilta vuodessa. Hiilisyöte voidaan nostaa poistumaa vastaavalle tasolle käyttämällä esim. eloperäisiä lannoitteita ja aluskasveja.

Turvemaat: Syötteen ja poisteen välinen ero on tonneja, eikä ojitetun turpeen hajotuksessa syntyvää hävikkiä voida korvata viljelyteknisin keinoin. Turpeen hajoamisen voi kokonaan pysäyttää vain pohjaveden nosto.



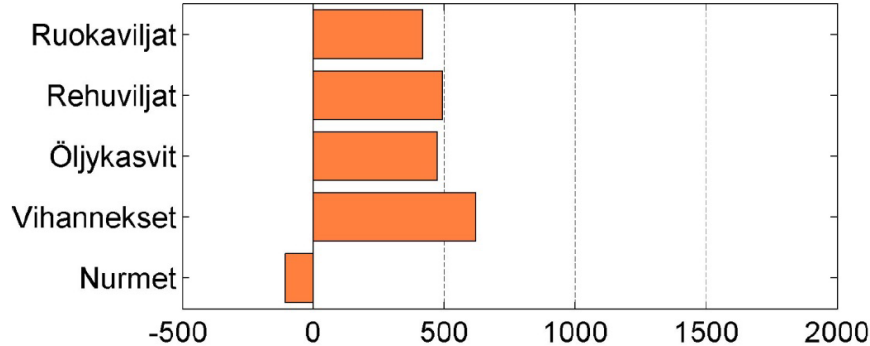
Hiiliviljelykeinoja

Hiilitase paranee lisäämällä hiilisyötettä tai vähentämällä hiilen hajotusta. Siinä välissä hiiltä voidaan pyrkiä suojaamaan.

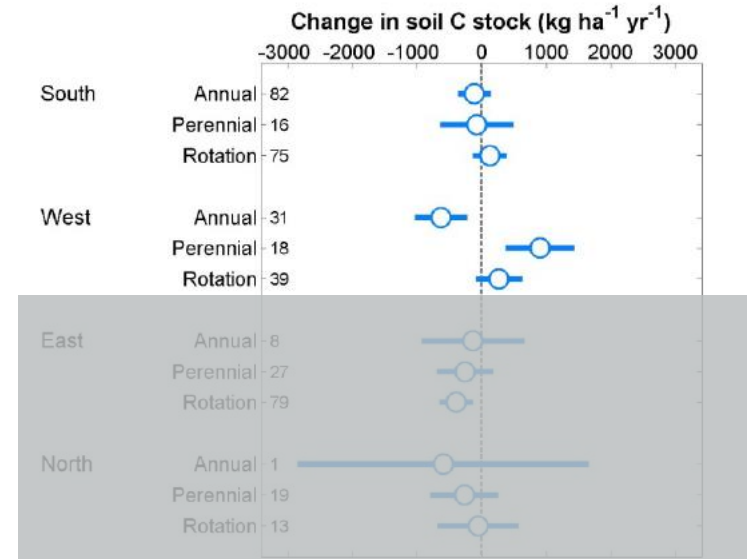


Toimenpide	Hiilisyöte						Suojaaminen			Hajotuksen hidastus			
	Yhteytystehon lisäys	Yhteytysajan lisäys	Juuriston määrä	Juuriston syvyys	Juuri-eritteet	Ulko-puolinen hiilisyöte	Mikrobi-yhteisön muutos	Muru-kestävyys	Villennys	Kosteus	Happi	Pohjavesi	
Lannoitus ja kasvinsuojelu	Typpi- ja fosforilannoitus	+++		+		-	-						
	Sivu- ja hivenlannoitus	++		+	+	+							
	Eloperäinen lannoitus	++					+	+	+				
	Orgaaniset maanparannusaineet						+++	+++	++				
	IPM kasvinsuojelu	+						++					
Kasvit	Lajikkeet	++	++	+++	+++	+++							
	Kerääjäkasvit	+	+++	++	++	++	+++	+++	+++	++			
	Nurmiseokset	++	++	++	++	++	++	++					
	Seosviljely	+	+	++	++	++	+	+	+				
	Peltometsäviljely												
Maan rakenne	Tehostettu kuivatus	++	++	++	++	+	++	+	-	-	-	-	
	Säätösalaajitus								-	+	++	+++	
	Matalamuokkaus: oljet pintaan						++	++	++	++	+		
	Suorakylvö					-	++	+++	++	++	+		
	Syväkuohkeutus			+++	+++						-		
Laidunnus ja nurmet	Lyhyt laidunnus, pitkä lepo	+++	+++	+++	+++	+++	+	++	++	++			
	Nurmien niittokorkeus	++	++	++	++	++			+	+			

Luken pitkäaikasseuranta: Nurmista ja viljelykierroista on hyötyä



Hiilidioksidipäästö (+) tai nielu (-) kg CO₂/ha/vuosi (vuosina 1998-2009)

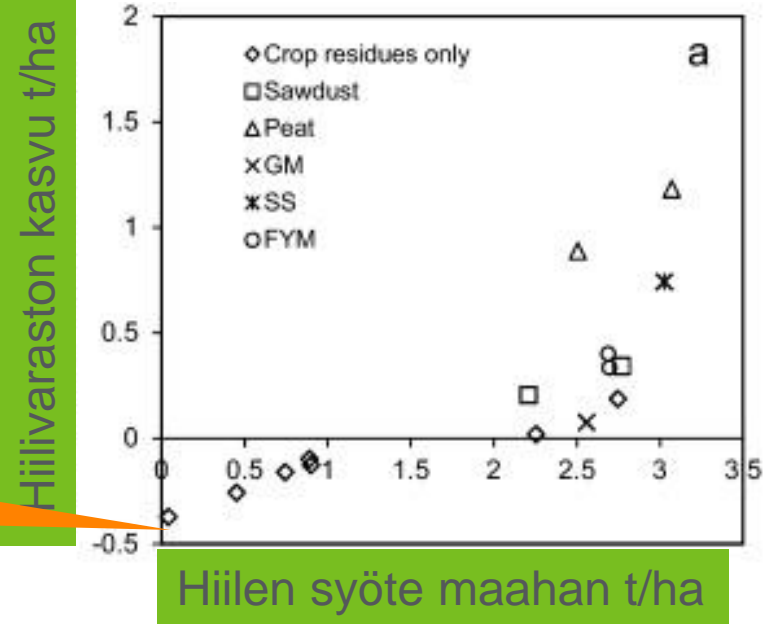


Hiilivaraston kasvu (+) tai vähenemä (-) kg CO₂/ha/vuosi (vuosina 1998-2009). Rotation=viljelykierto. Viljelykierto on hiilivarastolle parempi kuin yksivuotinen kasvi.

Orgaanisen aineksen lisääminen

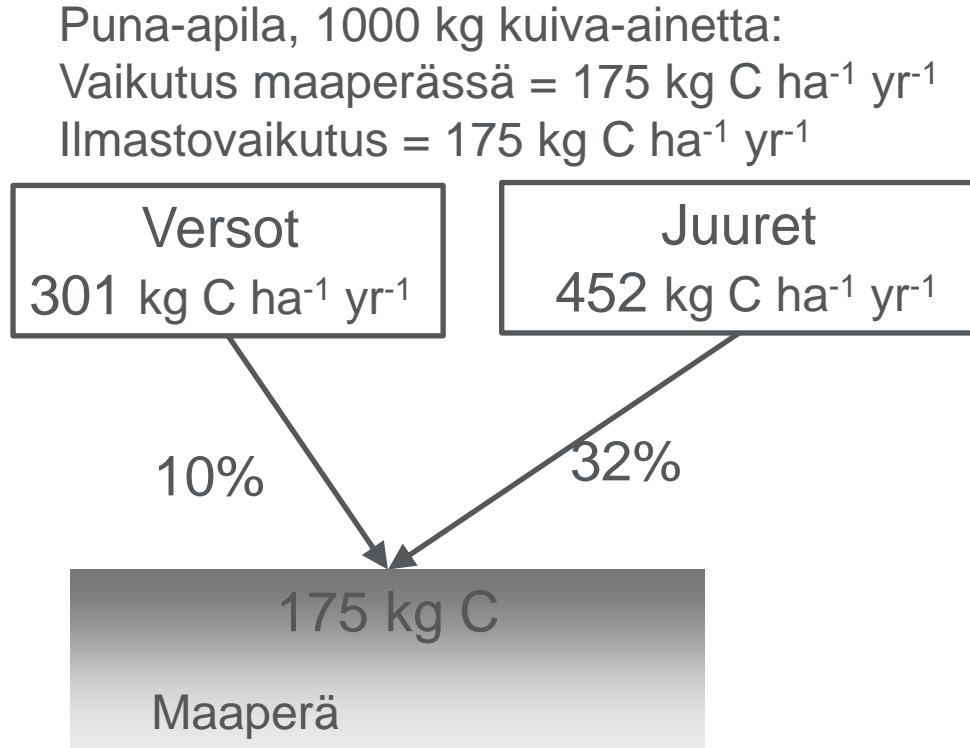
Ruotsalainen pitkäaikaiskoe: erilaisia hiilenlisäyksiä joka toinen vuosi: viljan olki ei ylläpitänyt hiilivarastoa, mutta erilaiset eloperäisen aineen lisät lisäsivät sitä.

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).

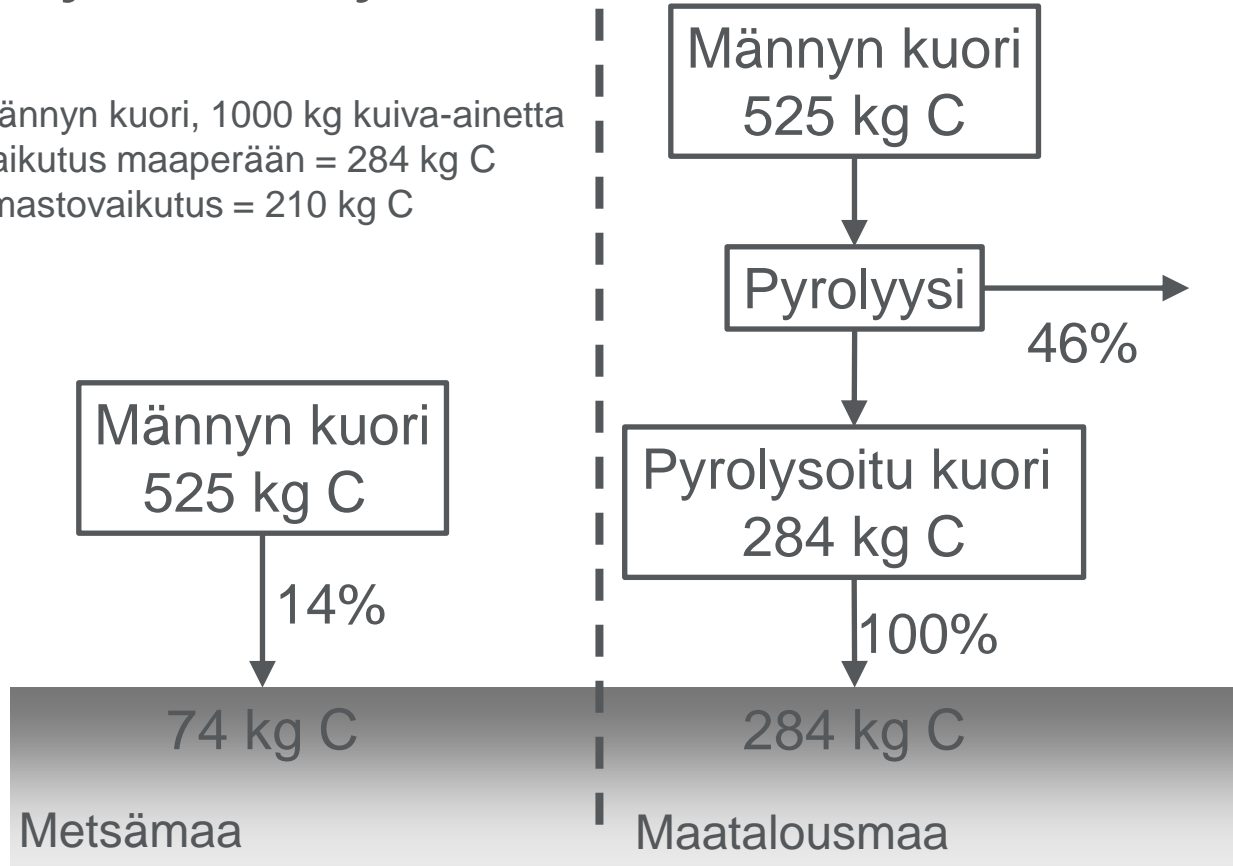
Aluskasvi auttaa säilyttämään maaperän hiilivarastoa



Erilaisten aluskasvien potentiaali kasvattaa hiilivarastoa on keskimäärin 175 kg/ha (Heikkinen ym. 2021 <https://doi.org/10.1080/17583004.2021.1947386>), mikä on vähemmän kuin globaali arvio 320 kg (Poeplau et al. 2015), mutta voi riittää kumoamaan havaitun hiilen vähenemän (220 kg C/ha/vuosi; Heikkinen et al. 2013)

Puun kuoren levitys peltoon biohiilenä tuottaa suuremman ilmastohyödyn kuin sen jättäminen metsään

Männyn kuori, 1000 kg kuiva-ainetta
Vaikutus maaperään = 284 kg C
Ilmastovaikutus = 210 kg C



Lanta

Lanta kasvattaa maan hiilivarastoa → kannattaisi käyttää myös kasvitiloilla

- Maan mittakaavassa vain tilojen ulkopuolelta tuleva aines tuo uutta hiiltä systeemiin – lanta päätyy pellolle joka tapauksessa

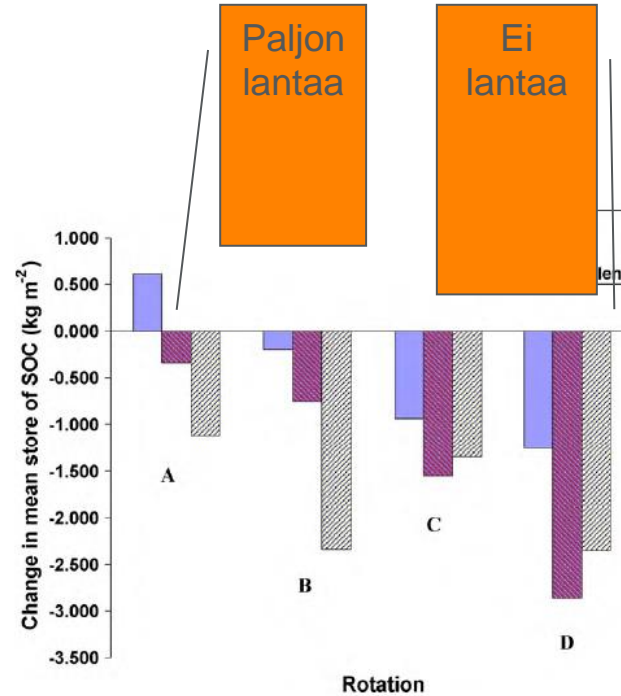


Fig. 2. Estimated change in soil organic carbon (SOC) stocks in the 0–25 cm depth for each of the three sites and four rotations. Change between 2008 and 1956 for Offer, from 1957 to 1987 for Ås, and during the 1958 to 1987 period for Rökäcksdalen. (A) Continuous forage rotation receiving 10 Mg ha⁻¹ 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.

Oljen jättäminen vs. poistaminen pellolta

Suomalaisessa 30-v kenttäkokeessa oljen poisto ei pienentänyt hiilivarastoa (Singh et al. 2015)

23 kenttäkokeen yhteenvedossa Powlson et al. (2011) havaitsi merkitsevän eron vain 5 kokeen kohdalla

Miksi?

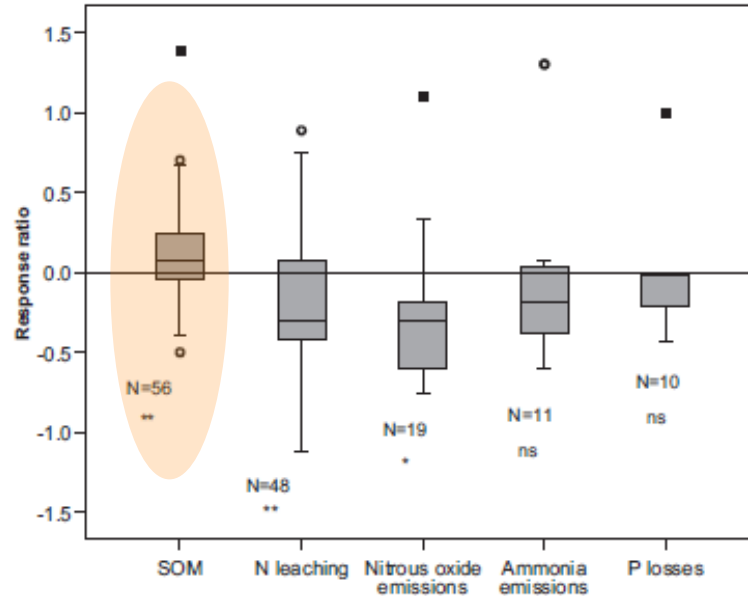
- Oljen poisto ei ole täydellinen
- Esimerkiksi lierot voivat kuljettaa olkea tehokkaasti maan sisään ennen kuin korjuu tapahtuu
- Maanpäällisen tähteen merkitys hiilivarastolle on kaiken kaikkiaan pienempi kuin juurien

Results of straw retention vs. removal (Powlson et al. 2011)	Number of sites	Range (% change)
Significant increase	6	1.8-7.8
Non-significant increase	15	1.6-37.5
Decrease	2	-0.9--3.7

Luomupelloilla hiilivarasto voi lisääntyä

71 eurooppalaisen tutkimuksen yhteenveto (Tuomisto et al. 2012)

A Non-LCA Impacts per unit of land



Suorakylvö: missä se kerryttää hiiltä? Yhteenvedo 178 tutkimuksesta.

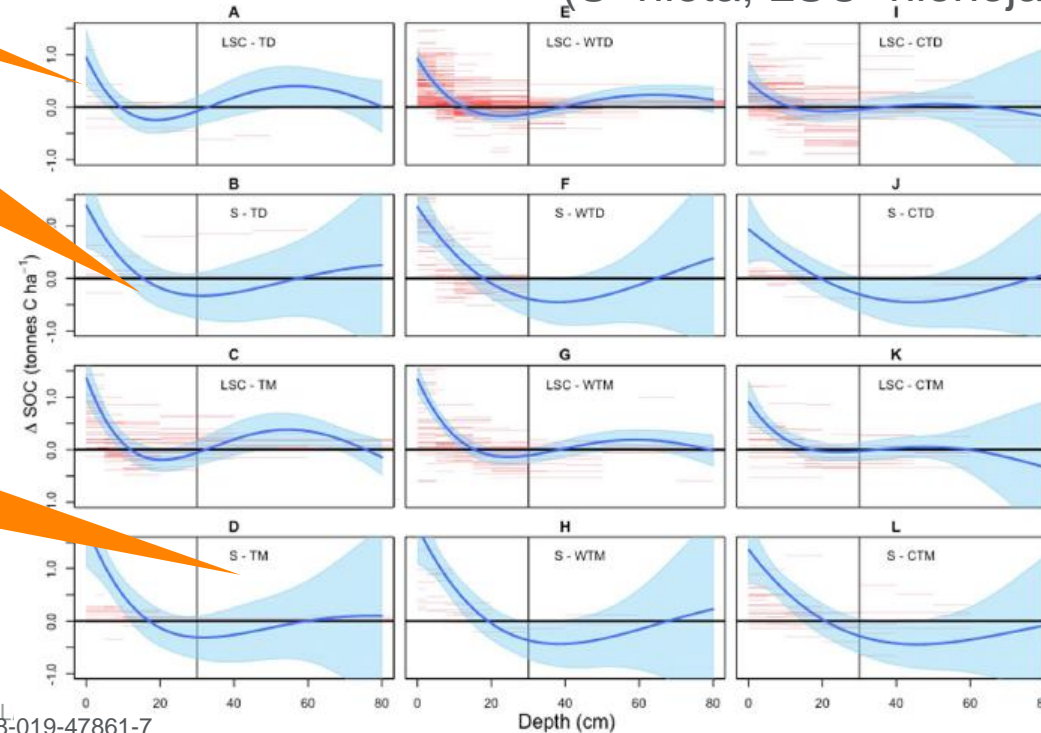
Pintakerroksen
15 cm:ssä
hiilivarasto
nousee

Kyntökerroksen
alla hiilivarasto
todennäköisesti
laskee

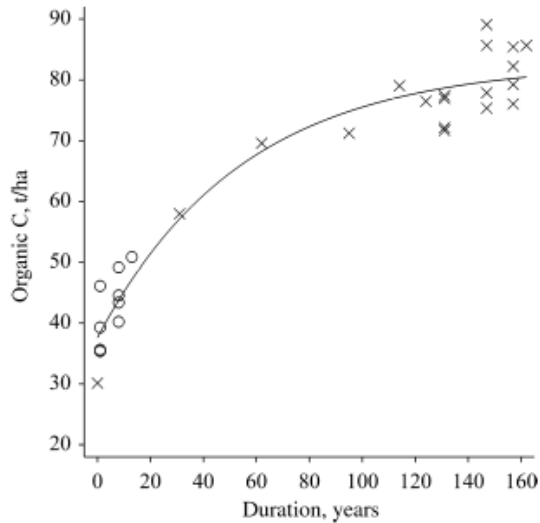
Pohjamaasta ei
ole riittävästi
tietoa

Tropiikki

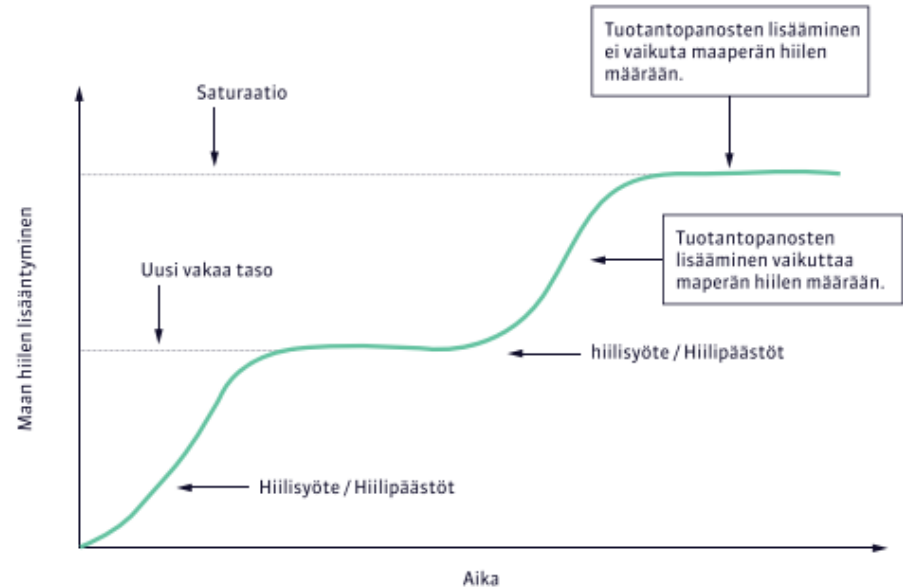
Lauhkea vyöhyke
(S=hietä; LSC=hienojakoiset)



Kivennäismaiden hiilivaraston lisäyspotentialiaali on rajallinen

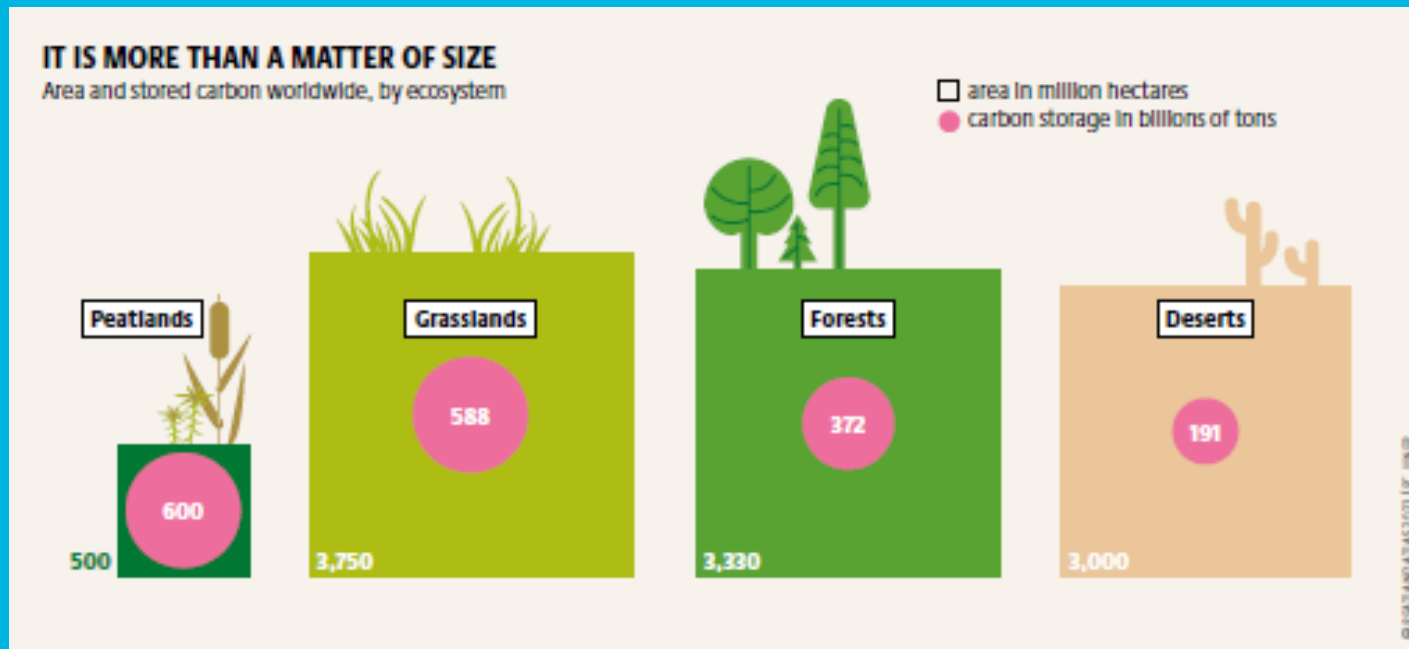


Hiilivarasto englantilaisella pellolla, jossa levitetty 35 t/ha kuivalantaa vuosittain (ohra) (Poulton et al. 2017)



Kuva 7: West, T.O. & Six, J. (2007): Climatic Change, vol. 80:25–41 DOI 10.1007/s10584-006-9173-

Turvepellot



Turve maatuu viljelyssä -> hiiltä ja typpeä vapautuu



Ground surface when
pole was built (well
AFTER subsidence
started)

3.5 m / 70 yr

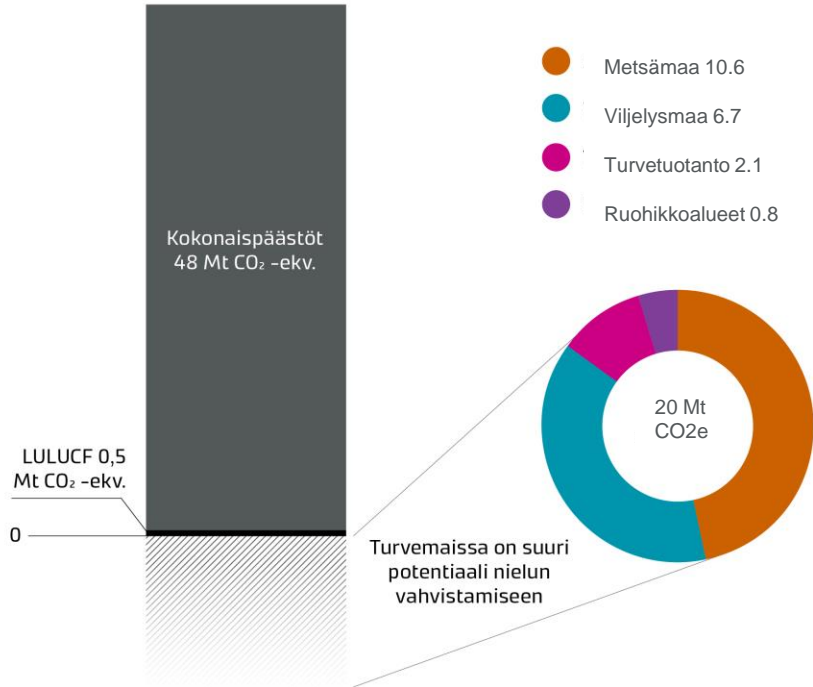
← Ojitus 1996

← 2015

Ojitetut turvemaat ovat avainasemassa ilmastoneutraalisuuspolulla

Suomen kasvihuonekaasutase 2021,
Mt CO₂ -ekv.

Ojitettujen turvemaiden päästöt
LULUCF-sektorilla, Mt CO₂ -ekv.



Lähde: National Inventory Submissions 2023. <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/national-inventory-submissions-2023>

Suomen ilmastolain mukaan maankäyttösektorin (LULUCF) nielun tulee kompensoida kokonaispäästöt vuonna 2035.

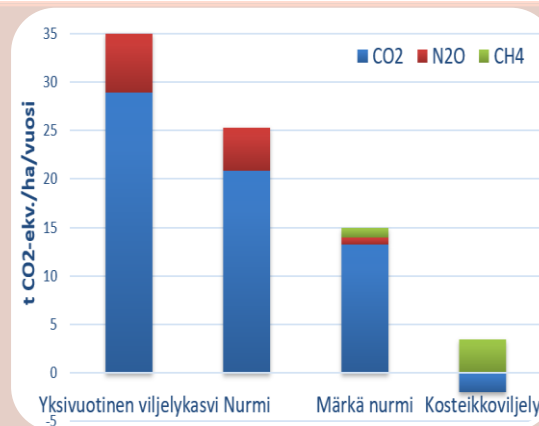
Ojitettujen turvemaiden päästöt pienensivät nielua 20 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. vuonna 2021.

Niissä on miljoonien tonnien päästövähennysmahdollisuus.

Miten vähentää päästöjä turvepelloilla?



Kuva: Kari Tiilikkala



Pellonraivauksen välttäminen

- Tilusjärjestelyt
- Pellonvaihdot
- Lannankäsittelyn kehittäminen

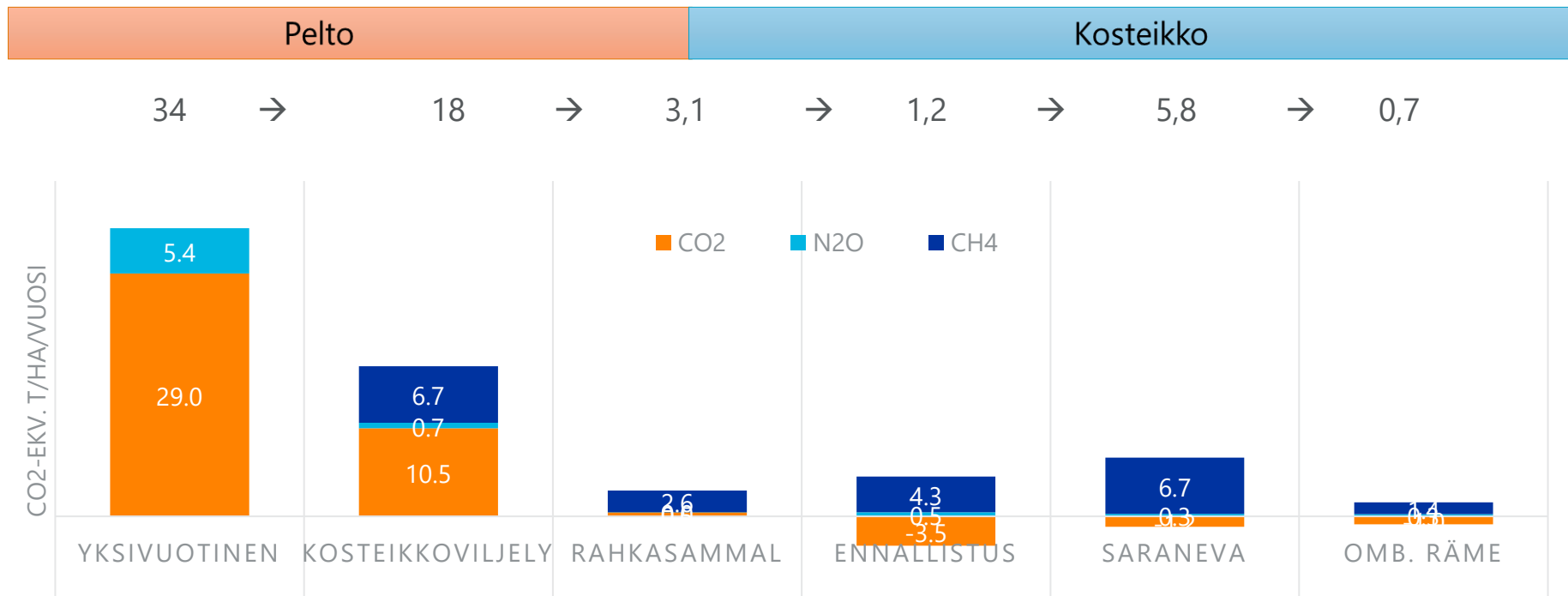
Tuotantokykyä menettäneiden peltojen poistaminen tuotannosta

- Metsitys
- Ennallistaminen

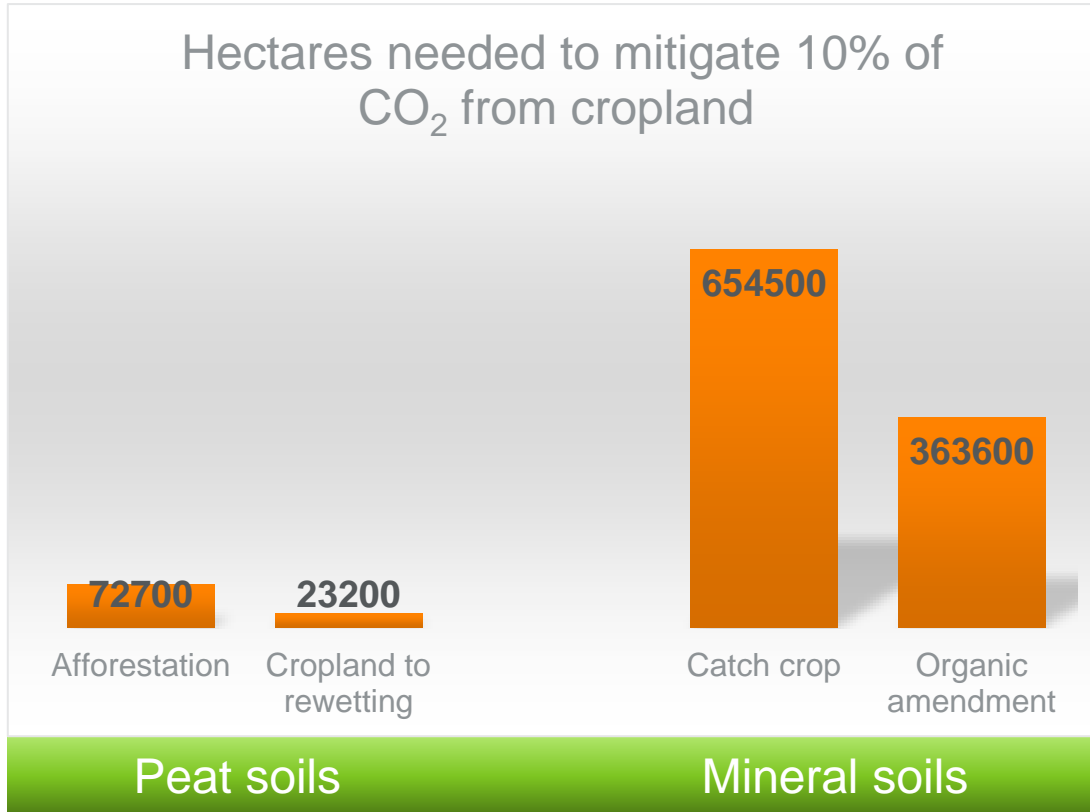
Turpeen hajotusta vähentävät keinot viljelyyn jäävillä pelloilla

- Pohjaveden pinnan nosto
- Kasvipeitteisyys (nurmi, kevätkyntö, syyskylvö, aluskasvit)
- Muokkauksen vähentäminen

Kasvihuonekaasupäästöt viljelyiltä, vetetyiltä ja luonnontilaisilta turvemailta



1% of field area could mitigate 10% of agricultural CO₂



Measures on peat soils are effective per hectare but those on mineral soils are easier to accept by landowners

These measures are not mutually exclusive – they all are achievable

Miten Suomen peltojen hiilitase paranisi?



Kiitos!



LIFE17 IPC/FI/000002 LIFE-IP CANEMURE-FINLAND

Projekti on saanut rahoitusta Euroopan unionin LIFE-ohjelmasta. Tämän esityksen sisältö edustaa ainoastaan CANEMURE-projektin näkemyksiä ja EASME / Komissio ei ole vastuussa esityksen sisältämien informaation mahdollisesta käytöstä.