

# Kunnostusojituksen vaikutus metsäojitettujen turvemaiden maaperän hiilivarastoon

Tuula Larmola, Mika Nieminen, Ari Laurén, Sakari Sarkkola, Alekski Lehtonen

© Luonnonvarakeskus



## Tavoitteena

- tarkentaa metsäojitettujen turvemaiden maaperän hiilivaraston muutosten arviointia kasvihuonekaasu- (KHK) inventaariota varten

## Miksi?

- Suomessa metsäojitettuja soita 4,76 Mha
- 18% metsämaasta
- 25 % kokonaispuustosta ja kasvusta
- orgaanisten metsämaiden maaperän KHK-päästöt 7,7 Mt CO<sub>2</sub> ekv v<sup>-1</sup> (2012)

# Miksi?

- Yksi maaperän hiilivaraston epävarmuustekijöitä on ojitettujen turvemaiden liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) vapautuminen hiilidioksidina alapuolisista vesistöistä (IPCC Wetland supplement).
- 90% vapautuu ilmakehään
- Kun DOC-päästö lasketaan IPCC:n ohjeiden mukaan Suomen orgaanisten maiden maaperän päästö +2 Mt CO<sub>2</sub> ekv. v<sup>-1</sup> (+30 %).
- Ohjeita toistaiseksi vapaa-ehtoista käyttää.
- -> **suuri aukko maaperän KHK-taseessa?**

## Metsäojitetun suon kasvihuonekaasutase

### Puusto

Karu -4 900 ± 600  
Rehevä -8 800 ± 600

Karikesyöte 6 000- 24 000  
Hienojuurten uusiutumismopeus  
0,5-0,85/ vuosi

### Maaperä

hiilidioksidi  
Karu -700 ± 30  
Rehevä +1900 ± 70

Metaani + ilokaasu  
(sarat)  
Karu +200 ± 50  
Rehevä +400 ± 100

Maaperän  
KHK-tase  
-500 \_ +2300

Ojen metaani +25 \_ +180? (IPCC)

DOC??

Yksikkö kg CO<sub>2</sub> ekv. ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup>  
- Poistuma ekosysteemiin  
+ Päästö ilmakehään  
Ojanen ym.2010, 2013, 2014

## Miksi kunnostusojitus mukaan laskelmiin?

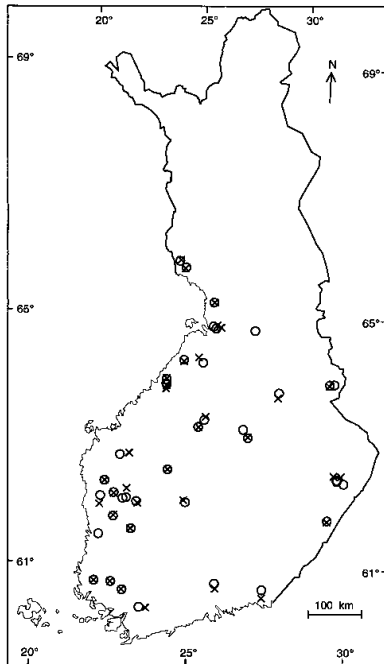
- IPCC:n ohje pohjoisen havumetsävyöhykkeen ojitettujen soiden DOC-päästön laskemiseksi perustuu luonnontilaisten soiden mittauksiin.
- Oletukset: **ojitus lisää DOC-päästöä 60 %** metsätalous-, maatalous- ja turvetuotantoalueilla  
oletuspäästö 120 kg C ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup> (IPCC Wetland Supplement)
- Suomalaisten mittausaineistojen mukaan vanhojen metsäojitusalueiden päästö vastaa IPCC:n ohjeen keskiarvoa, mutta **kunnostusojitus vähentää päästöä**.
- Turvemaiden metsistä 15 % (652 000 ha) kunnostusojitettu 10 viime vuoden aikana.

## Tavoitteena malli

- DOC-taustakuorman vaikuttavat avaintekijät: esim.  
ilmasto, kasvupaikka ja puusto
- metsätaloustoimenpiteet, kuten kunnostusojitus ja hakkuut
- mahdollistaa myös päästön epävarmuuden arvioinnin

# Aineistona suovaluma-alueetutkimus 1990-1997

x vertailu, o kunnostusojitus  
(Joensuu ym. 2002)



39 valuma-alueparia (Mtkg - Vatk)

- soiden osuus 20 -100% valuma-alueesta
- ojitettu 1956-75
- toinen pareista kunnostusojitettiin 1991-93



## Menetelmät

Vesinäytteet kuukausittain (yht. 4889 näytettä)

–1-2 v. ennen kunnostusojitusta

–1-6 v. ojituksen jälkeen

– orgaaninen kokonaishiili [TOC], josta yli 90% DOC

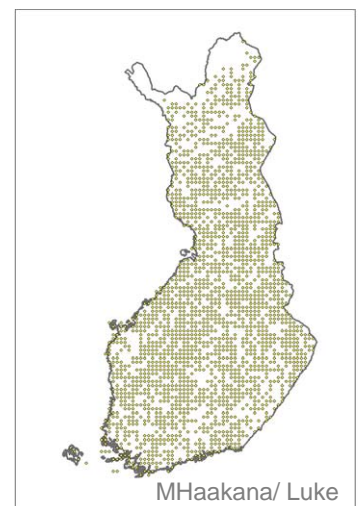
– [Kiintoaine]

Pitoisuudet kuukausivalunnan avulla vuosikuormiksi

Tutkimusjakson sää 1990-1997 (10 x 10 km<sup>2</sup> hila, Ilmatieteenlaitos)

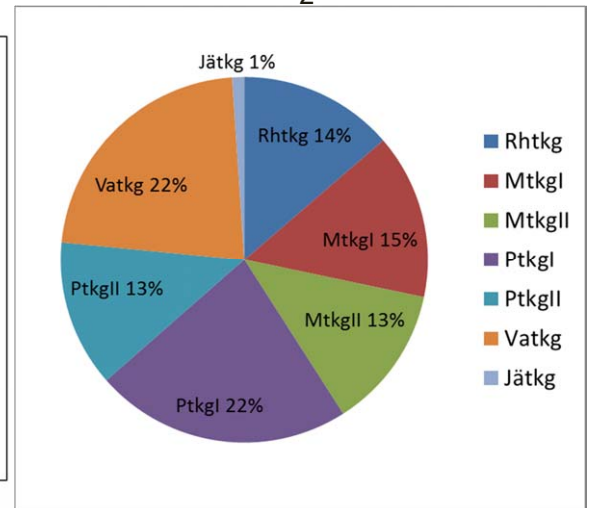
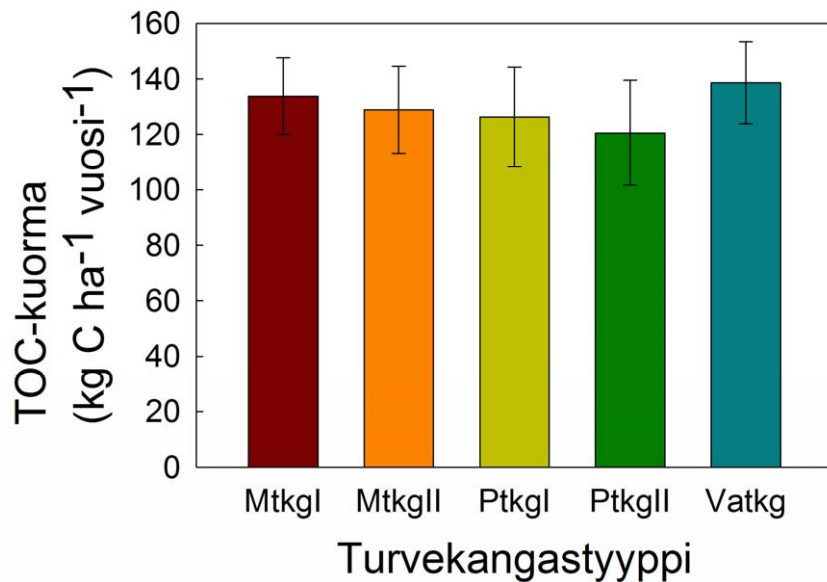
Vuosikuormiin vaikuttavat tekijät regressiomallein: lämpösumma, sademäärä, puusto, soiden osuus, leveysaste

- **Kunnostusojituksen vaikutus** vertailemalla toimenpide- ja vertailualuepareja ojituksesta kuluneen ajan suhteen (menetelmä Lauren ym. 2009)



## Tulokset: Vanhat ojitusalueet

- Suoprosentti + vuosisademäärä selittivät 32 % TOC-taustakuorman vaihtelusta
- Kun suota 100%, TOC-kuorma ka. 126 kg C ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup> (120-138 kg C ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup>)
- Koko maa 0,57 Mt C, josta vapautuisi ilmakehään 2 Mt CO<sub>2</sub>



Päästöjen jakauma  
tkg-pinta-alat (VMI11)

© Luonnonvarakeskus



9

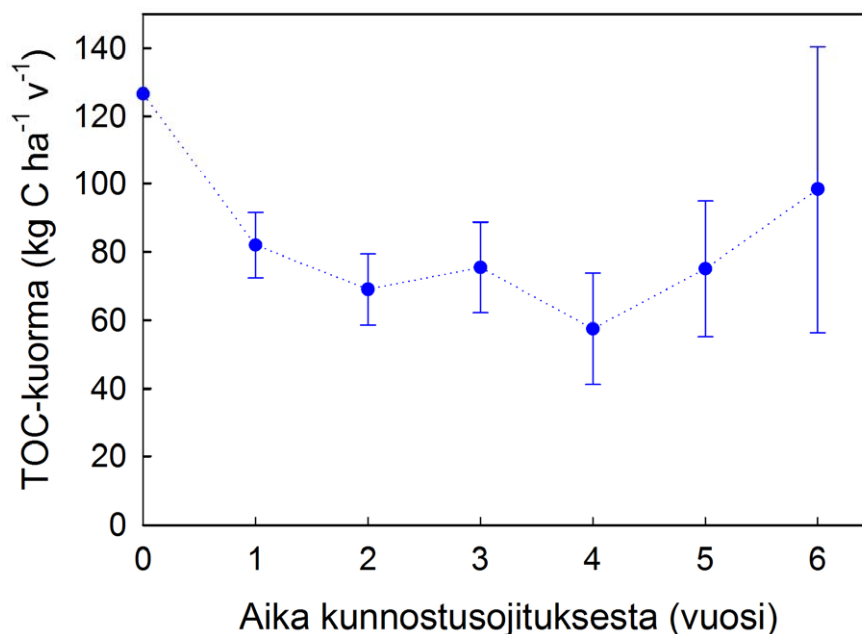
19.11.2015

## Tulokset: Kunnostusojituksen vaikutus

Ojitusta seuraavan 6 v aikana

TOC -ominaiskuorma väheni 40% eli

ka. vähennys 52 kg C käsitelty ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup>



10

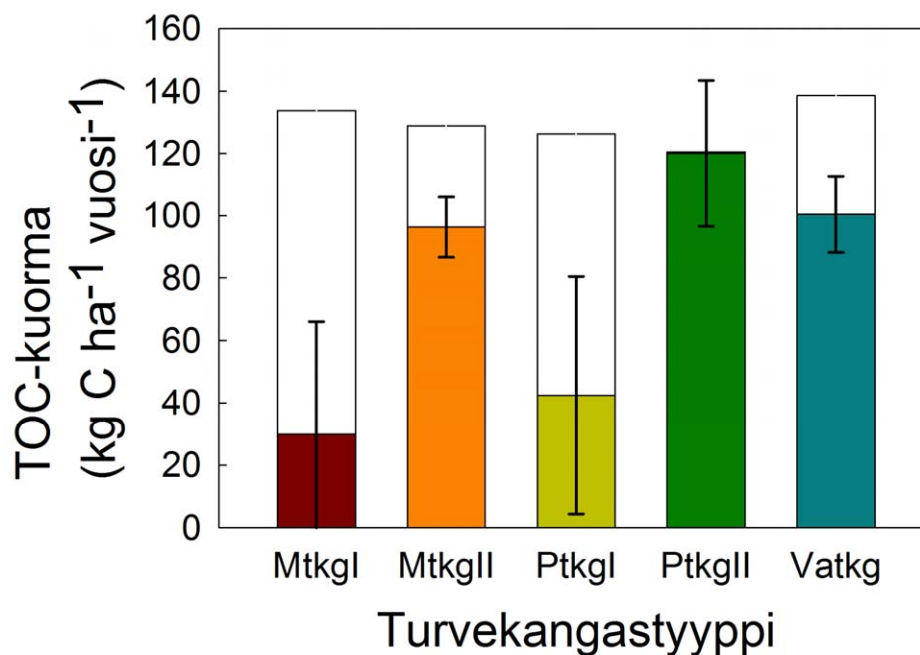
19.11.2015

© Luonnonvarakeskus



# Runsaspuustoisten korpi- ja rämesyntyisten turvekankaiden ominaiskuorman vähennys suurin

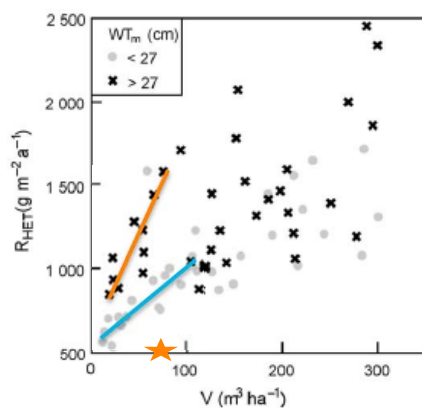
Vuosi kunnostusojituksen jälkeen



## Minne hiili menee?

- Liuenneen orgaanisen hiilen huuhtouma ja CO<sub>2</sub>-päästö alapuolisesta vesistöstä vähenevät
- Muuttuvatko hiilikaasupäästöt suoraan ojitusalueilta ilmakehään?

CO<sub>2</sub>-päästö hajotuksesta



Puuston tilavuus

- Saran veden syvyys > 27 cm
- Saran veden syvyys < 27 cm

Ojanen ym. 2010

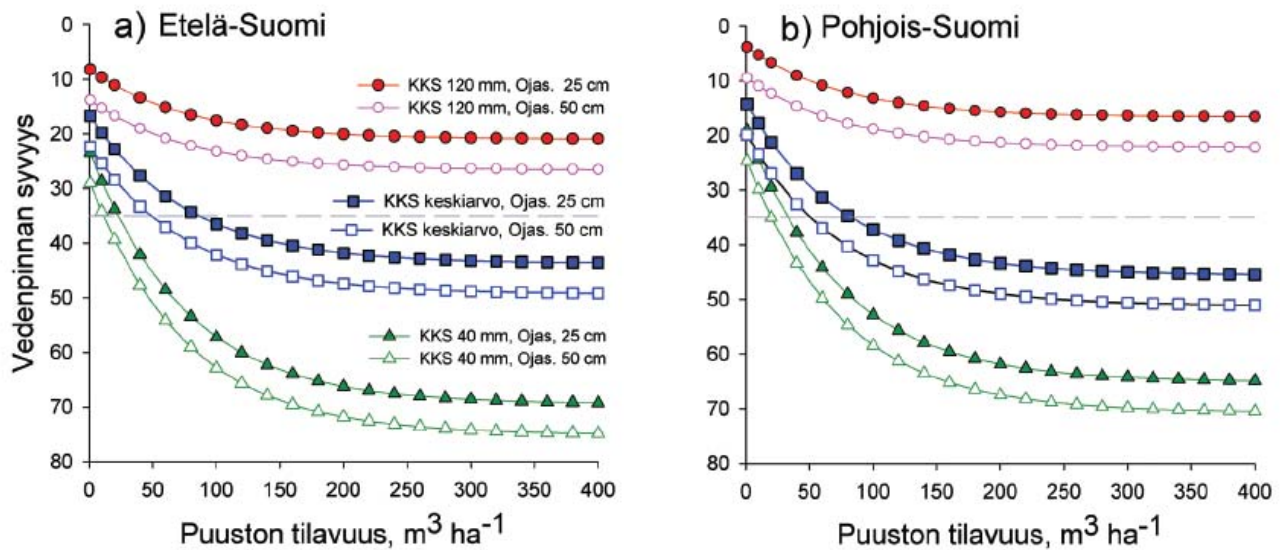


★ Kun puuston tilavuus 80 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>

4000 kg C ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup>

2500 kg C ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup>

# Ojitusalueen puuston tilavuus vs. vedenpinnan syvyys



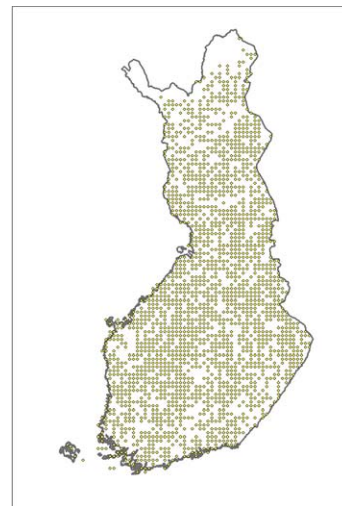
**Kuva 1.** Ojitusalueen puuston määrän ja vedenpinnan syvyyden suhde loppukesällä Etelä- ja Pohjois-Suomessa (leveysasteet 61°N ja 66°N). Käyrät kuvaavat vedenpinnan syvyyttä erittäin sateisena (keskimääräinen kuukausisadanta touko–elokuussa (KKS) = 120 mm), ”normaalina” (KKS = 75 mm Etelä-Suomessa, KKS = 65 mm Pohjois-Suomessa) ja kuivana kesänä (KKS = 40 mm), kun ojaverkoston kunto on heikko tai hyvä (ojasyvyyydet 25 cm ja 50 cm).

Sarkkola ym. 2013 Metsätieteen aikakauskirja

- Jos oletetaan, että kunnostusojitus kohdistuu tasaisesti eri turvekangastyyppisiin, Suomen tasolla metsämaiden DOC-päästöjen vähennys 4%.
- Mahdollisesti aliarvio, sillä ojituksen vaikutus voi jatkua pidempään (vrt. Joensuu ym. 2006)

## Tutkimuksen seuraava vaihe

- DOC-päästöjen yleistäminen koko maahan sademäärän (IL 10 x 10 km<sup>2</sup> hila) ja VMI-aineiston turvekangastyypin, puuston määrän ja ojituksen kohdistumisen jne. perusteella
- Hakkuiden vaikutus DOC-kuormaan mukaan päästökertoimeen.
  - Päätehakkuu +200 \_+400 kg DOC ha<sup>-1</sup> ensimmäisten 3 vuoden ajan (Nieminen ym. 2015)
  - soilla 21 000-24 000 ha v<sup>-1</sup> päätehakkuita (VMI11)



Kartat M. Haakana/ Luke

19.11.2015

© Luonnonv

15

## Kunnostusojituksen vaikutus kiintoainekuormaan ja siten CO<sub>2</sub>-päästöön?

- Kiintoainekuorma kasvaa kunnostusojituksen jälkeen enemmän ravinteisilta tyypeiltä (Mtkgl-II, Ptkgl), vähemmän karuilta (Ptkgl, Vatkgl)
- Kuinka paljon kiintoaineseen on sitoutunut hiiltä?
- Mikä on tämän hiukkasmaisen hiilen kohtalo:  
Miten helposti se hajoaa, vapautuuko CO<sub>2</sub>:na vai varastoituu järvisedimenttiin?

16

19.11.2015

© Luonnonvarakeskus



## Yhteenveto

### Turvemaiden DOC ja maaperän hiilivaraston muutoksien arviointi

- Vanhoilla ojitusalueilla (+18 v.) TOC-kuorman muutoksia selittää parhaiten vuosisademäärän vaihtelu, turvekangastyyppien välillä ei juuri eroa
- Kunnostusojitus vähentää vuosikuormaa keskimäärin 40 % per käsitelty suohehtaari kuuden käsittelyä seuraavan vuoden ajan.
- Runsaspuustoisten korpi- ja rämesyntyisten turvekankaiden TOC-ominaiskuorman vähennys suurin -> kasvupaikka, puusto, kunnostusojituksesta kulunut aika voivat tarkentaa hiilivaraston muutoksen arviota

Off-site vesistö päästöjen arvioissa otettava huomioon myös hakkuut, kiintoaineen sisältämä hiili ja sen kohtalo

## Kirjallisuus

- Intergovernmental Panel on Climate Change (2013) 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands.
- Joensuu S ym.2002. Scandinavian Journal of Forest Research 17: 238-247.
- Joensuu S ym. 2006. Kunnostusojitusten pitkäaikaisvaikutuksia. Kenttämies, K. & Mattsson, T. (toim.) Metsätalouden vesistökuormitus. MESUVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 816: 83–90.
- Lauren ym. 2009. Water, Air and Soil Pollution 196: 251–261.
- Nieminen M ym. 2015. Water Air Soil Pollution 226: 181.
- Ojanen P ym. 2010. Forest Ecology and Management 260: 411–421.
- Ojanen P ym.2013. Forest Ecology and Management 289: 201–208.
- Ojanen P ym. 2014. Forest Ecology and Management 325: 60–73.
- Sarkkola S ym.2013. Metsätieteen aikakauskirja 2/2013:159-166.

## Kiitokset

Alkuperäisaineisto: Samuli Joensuu, Martti Vuollekoski, Erkki Ahti, Inkeri Suopanki

Tapio, Metla ja metsäkeskukset

rahoittaja: Maa- ja metsätalousministeriö