

BIOHIILI; Biohiilen vaikutus metsämaan hiilen ja typen virtoihin



Marjo Palviainen¹ , Peng Zhao² ja Jukka Pumpanen³

¹ Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos

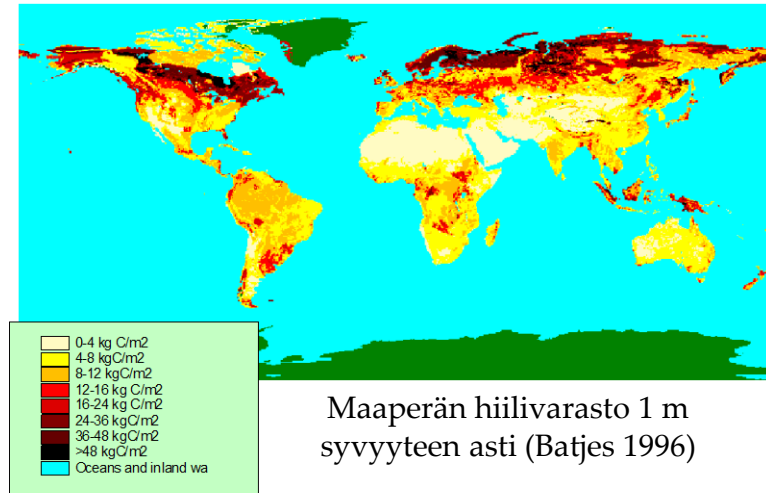
² China Agricultural University, Beijing

³ Itä-Suomen yliopisto, Ympäristö- ja biotieteiden laitos, Kuopio

Maaperän rooli hiilen kierrossa

Maaperän hiilivarasto on pohjoisissa havumetsissä noin 15% kaikista metsiin sitoutuneista hiilivarastoista (Batjes1996)

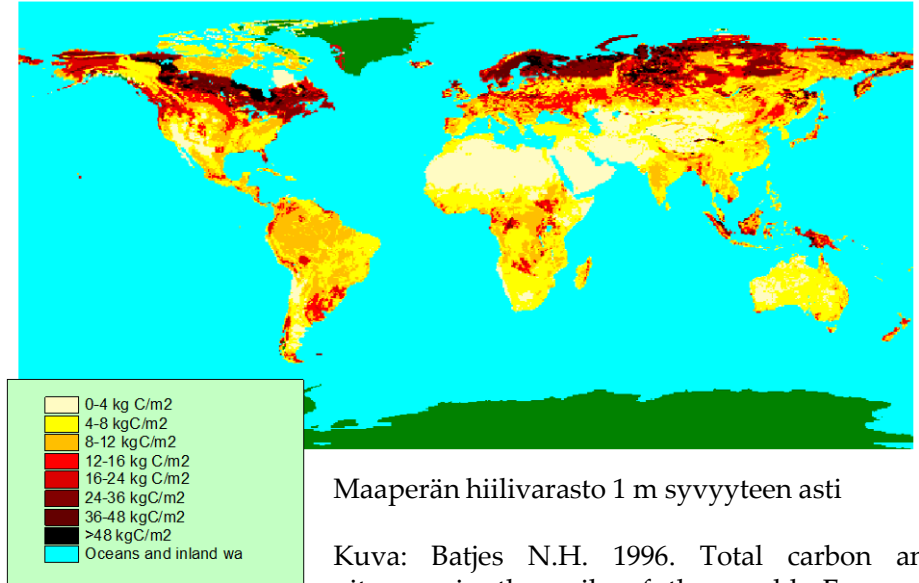
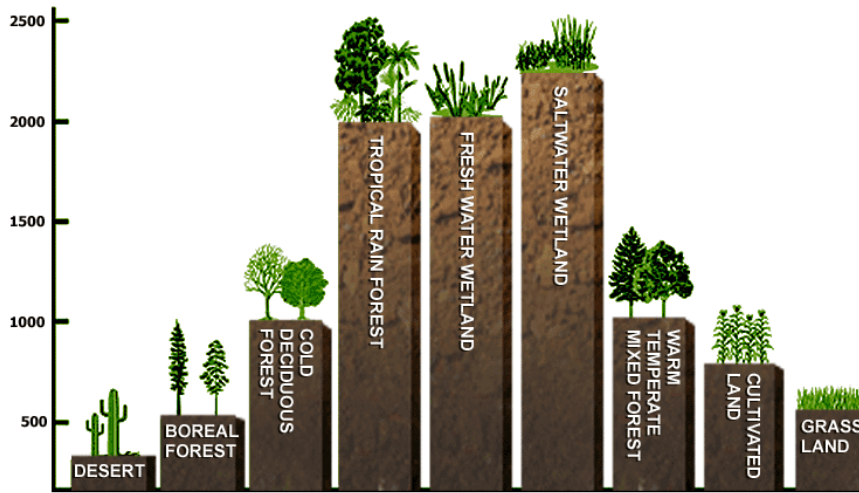
Pienetkin muutokset maaperän hiilivarastoissa heijastuvat ilmakehän hiilidioksidipitoisuuteen (IPCC)



Maaperän hiilivarasto 1 m syvyyteen asti (Batjes 1996)

Hiilivarastot ekosysteemeissä

NET PRIMARY PRODUCTIVITY OF SELECTED ECOSYSTEMS
(g/m²/year - amount of photosynthesis)



Maaperän hiilivarasto 1 m syvyyteen asti

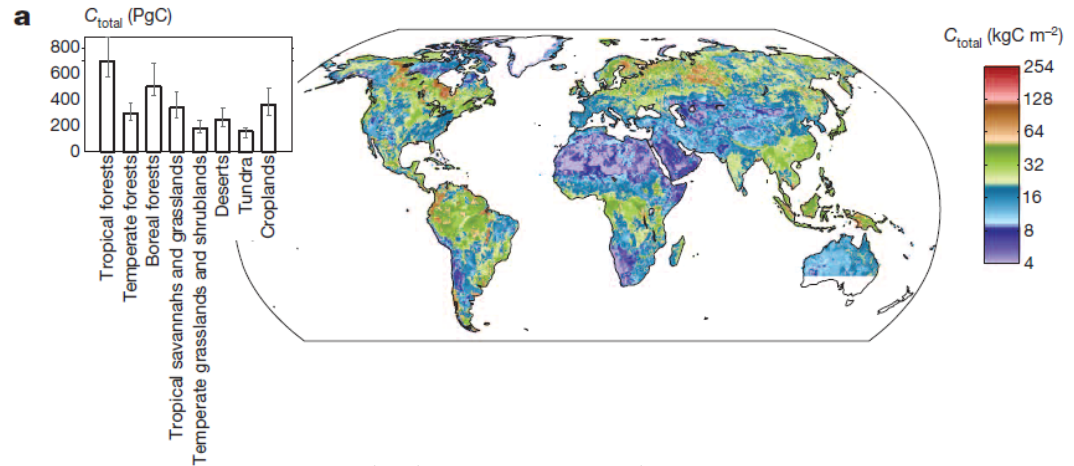
Kuva: Batjes N.H. 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. European Journal of Soil Science. 47: 151-163.

Hiilivarastot ekosysteemeissä

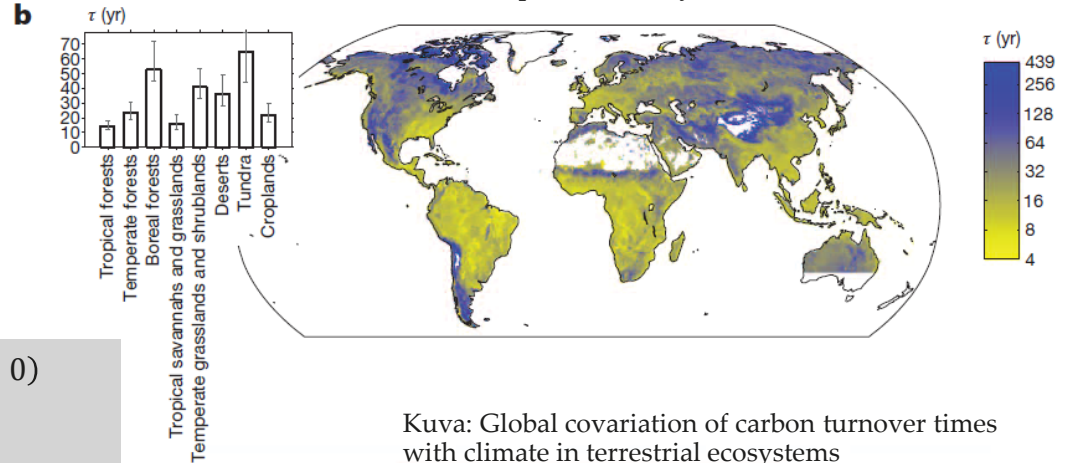
- Suurin hiilimäärä trooppisissa ja boreaalisissa metsäekosysteemeissä.
- Maaperän suurimmat hiilivarastot tundralla ja boreaalisissa metsissä.
- Hitain kiertonopeus tundralla ja boreaalisissa metsissä.

$$\begin{aligned} \text{Kiertoaika (olettaen, että varaston muutos} = 0) \\ &= \frac{\text{Varasto } g \text{ C m}^{-2}}{\text{Hajotusnopeus } g \text{ C m}^{-2} \text{ v}^{-1}} \end{aligned}$$

Hiilen määrä eri biomeissa



Hiilen kiertonopeus eri ekosysteemeissä



Kuva: Global covariation of carbon turnover times with climate in terrestrial ecosystems
Carvalho et al. Nature doi: 10.1038/nature13731

Hiilivaraston koko, hengitys (=hajotus)nopeus ja kiertoaika eri ekosysteemeissä

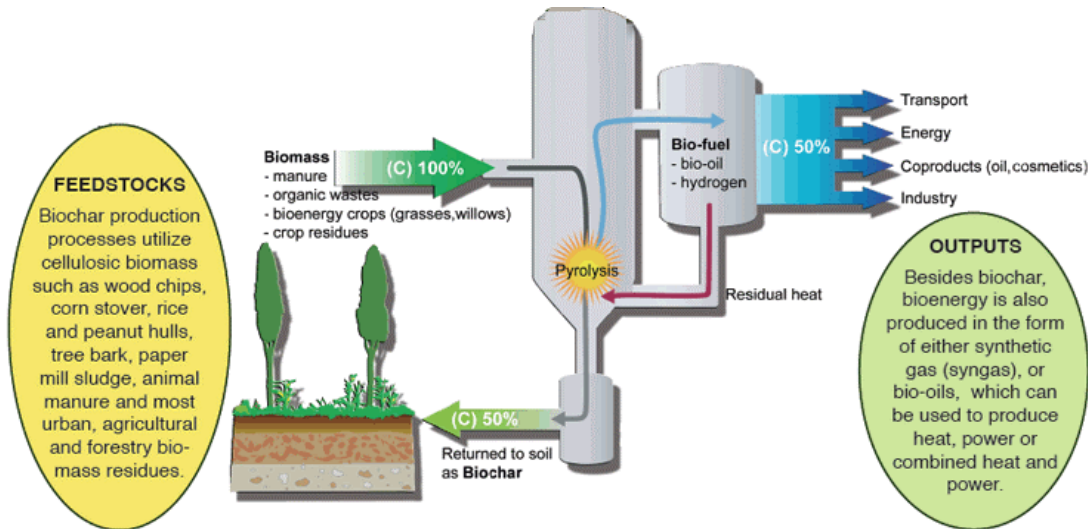
Suuri vaihtelu hiilen kiertonopeudessa johtuu lämpötilasta ja hydrologiasta (vedenvaivamilla mailla hajotus hidasta). Hengitysnopeus vaikuttaa hiilen kiertonopeuteen ja kykyyn varastoida hiiltä.

<i>Vegetation type</i>	<i>Soil C (t ha⁻¹)</i>	<i>Soil respiration (t ha⁻¹)</i>	<i>Turnover^b (years)</i>
Tundra	204	0.6	490
Boreal forests	206	3.2	91
Temperate grasslands	189	4.4	61
Temperate forests	134	6.6	29
Woodlands	69	7.1	14
Cultivated lands	79	5.4	21
Desert scrub	58	2.2	37
Tropical grasslands	42	6.3	10
Tropical lowland forests	287	10.9	38
Swamps and marshes	723	2.0	520
Global total	15×10^8	5.0×10^7	32

Soil Microbiology and Biochemistry, Tellus (1992), 44B, 81-99.

Mitä on biohiili

- Biohiiltä syntyy energiantuotannossa, kun eloperäistä ainetta kuumennetaan pyrolyysiprosessilla vähän happea sisältävissä olosuhteissa.

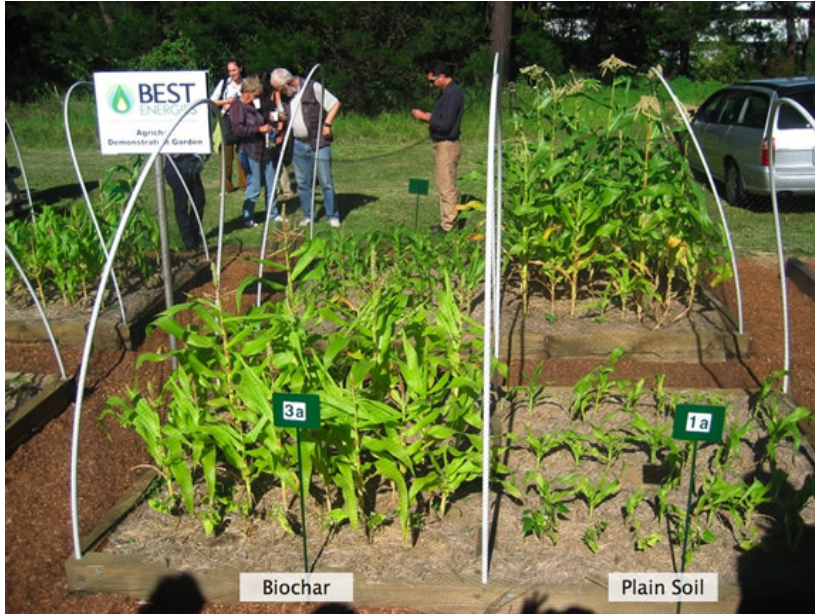


<http://www.biochar-international.org/technology>



Photo J. Pumpanen

Biohiili maanparannusaineena



<http://www.biochar.info>

- Hiilisieppari
- Lisää maan hiilivarastoa

- Parantaa maan vedenpidätyskykyä
- Parantaa kationinvaihtokapasiteettia



<http://seachar.org/>

BIOCHAR-projekti

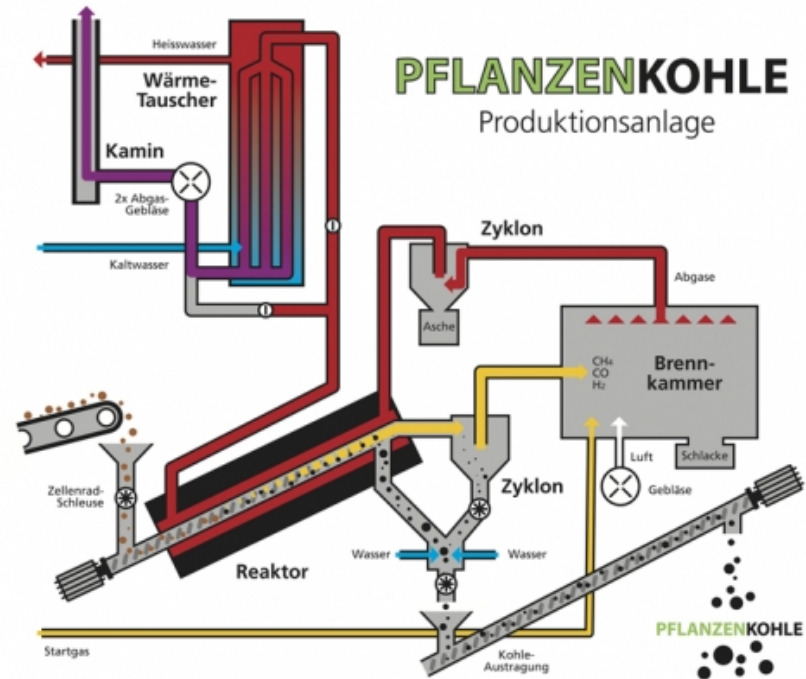
Biohiilen käyttö maaperän laadun parantamisessa;
voidaanko biohiilellä lisätä puuston kasvua ja maaperän hiilivarastoja
Jukka Pumpanen, Frank Berninger, Marjo Palviainen, Kajar Köster, Viktor Bruckman

Suomen Luonnonvarain tutkimussäätiön rahoitus
2015-2017

1 yliopistotutkija (Marjo Palviainen)
1 jatko-opiskelija (Zhao Peng)
4 pro gradu-työntekijää

Tutkimuskysymykset:

1. Miten eri lämpötiloissa tuotettu biohiili vaikuttaa maan orgaanisen aineksen hajoamiseen metsämaassa?
2. Kuinka hiilen lisääminen vaikuttaa maan ravinnetalouteen ja puuston kasvuun sekä tuottokykyyn?
3. Tuottaa mahdollisimman pysyvää hiiltä, jota voitaisiin käyttää hiilen pitkäaikaisessa varastoisissa maaperään.



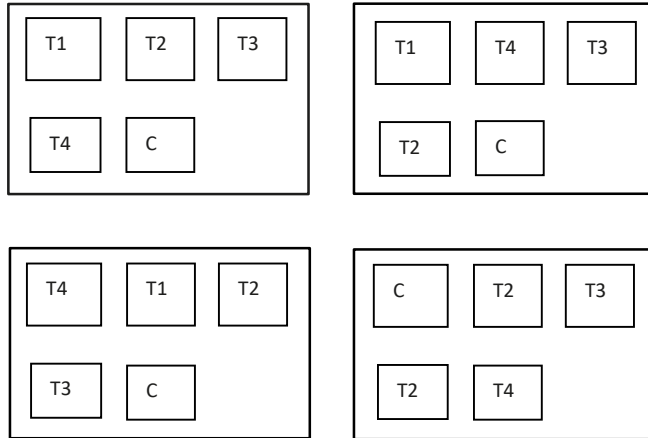
<http://www.sonnenerde.at/index.php?route=common/page&id=1254>

<https://www.youtube.com/watch?v=qNGbj3mRVa0>

BIOCHAR-projekti

Biohiilen käyttö maaperän laadun parantamisessa; voidaanko biohiilellä lisätä puuston kasvua ja maaperän hiilivarastoja

Jukka Pumpanen, Frank Berninger, Marjo Palviainen, Kajar Köster, Viktor Bruckman



Vuonna 2015 perustettiin Hyytiälän metsäasemalle Juupajoelle kenttäkoe.

Kahdessa eri lämpötilassa (500 °C ja 650 °C) tuotettua biohiiltä.

20 kpl koealoja (5 käsittelyä x 4 toistoa)

T1 = 500 °C 0.5 kg m⁻²

T2 = 500 °C 1.0 kg m⁻²

T3 = 650 °C 0.5 kg m⁻²

T4 = 650 °C 1.0 kg m⁻²

BIOCHAR-projekti

Biohiilen käyttö maaperän laadun parantamisessa; voidaanko biohiilellä lisätä puuston kasvua ja maaperän hiilivarastoja

Jukka Pumpanen, Frank Berninger, Marjo Palviainen, Kajar Köster, Viktor Bruckman



Photo J. Pumpanen

BIOCHAR-projekti

Biohiilen käyttö maaperän laadun parantamisessa;
voidaanko biohiilellä lisätä puuston kasvua ja maaperän hiilivarastoja
Jukka Pumpanen, Frank Berninger, Marjo Palviainen, Kajar Köster, Viktor Bruckman



Photo J. Pumpanen

BIOCHAR-projekti

Biohiilen käyttö maaperän laadun parantamisessa; voidaanko biohiilellä lisätä puuston kasvua ja maaperän hiilivarastoja

Jukka Pumpanen, Frank Berninger, Marjo Palviainen, Kajar Köster, Viktor Bruckman



UEF // University of Eastern Finland



Jukka Pumpanen

5.3.2018

Biohiilen vaikutus hiilen kiertoaikaan maaperässä

- 3 käsittelyä (kontrolli, 0.5 kg m^{-2} ja 1.5 kg m^{-2})
- Koealoilta kerättiin maan pintakerroksesta (10 cm) näytteet käyttäen kairaa.



Biohiilen vaikutus hiilen kiertokaan maaperässä

- 4 koealaa jokaisessa käsittelyssä
- 9 näytettä jokaiselta koealalta
- Yhteensä 108 näytettä



Biohiilen vaikutus hiilen kiertoaikaan maaperässä

- Jokaisesta näytteestä mitattiin hengitys (hiilidioksidin (CO_2) tuotto) 5°C , 15°C ja 25°C asteen lämpötilassa
- Mittausaika 8 tuntia jokaisessa lämpötilassa.
- CO_2 -pitoisuuksien muutokset mitattiin kerätyistä ilmanäytteistä kaasukromatografilla.

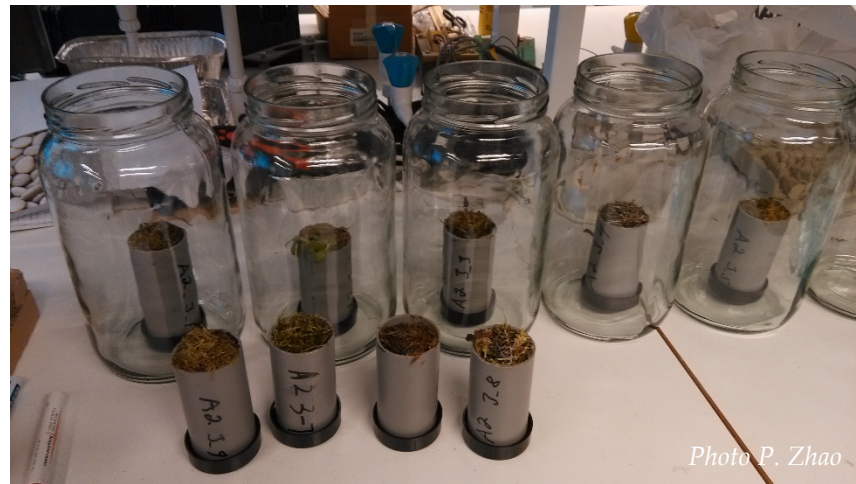


Photo P. Zhao

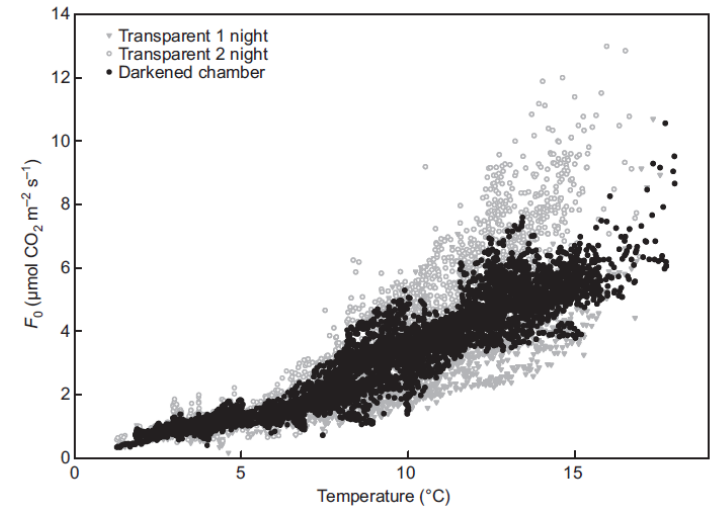


Photo P. Zhao

Hengitys

- Hengitysprosessin nopeus riippuu lämpötilasta ja happipitoisuudesta:
- Hapettomat olosuhteet rajoittavat hengitystä.

Kuva: Pumpanen et al. 2015



Hengityksen lämpötilariippuvuus.

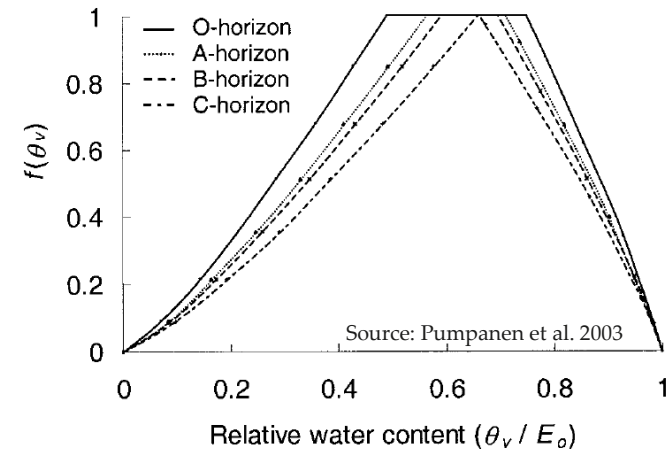
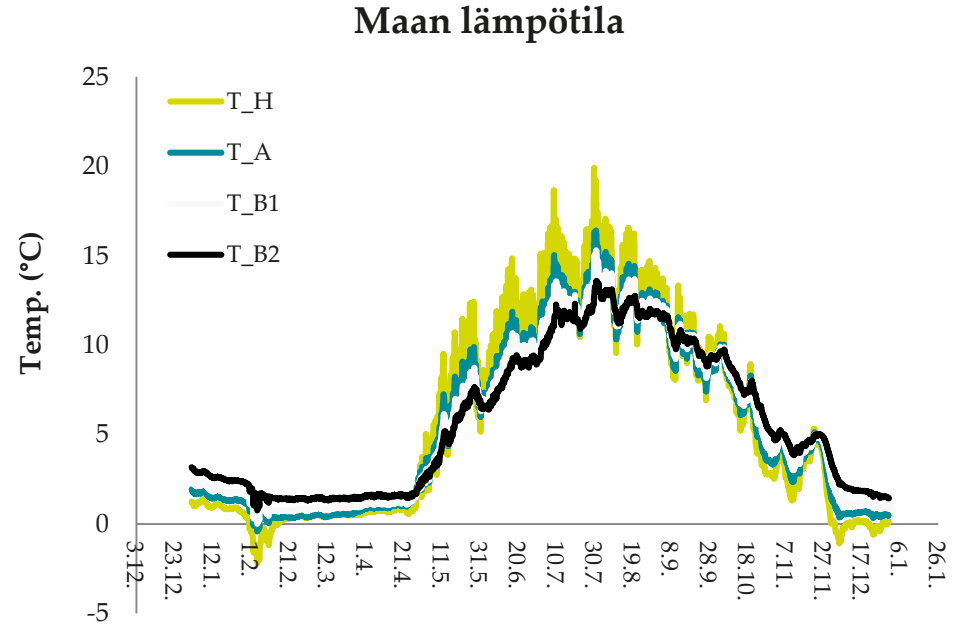


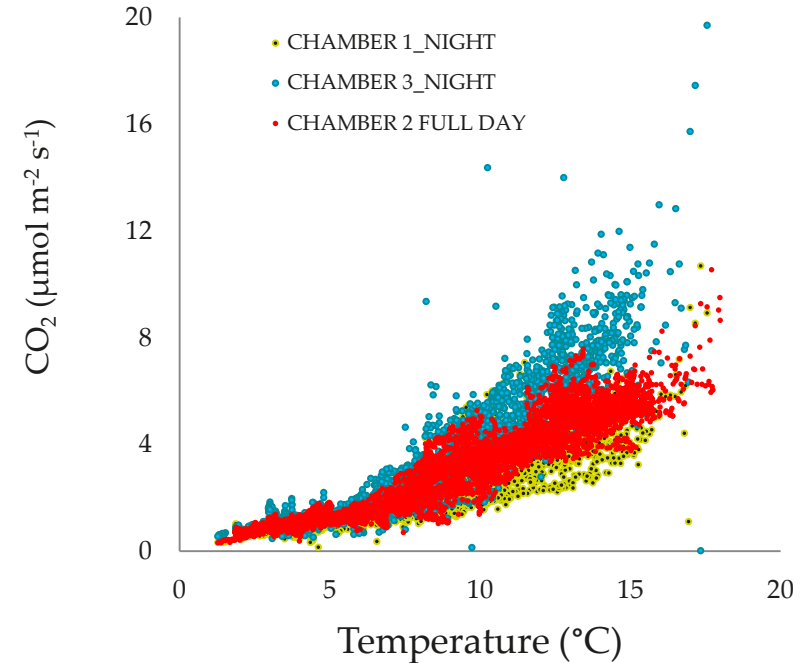
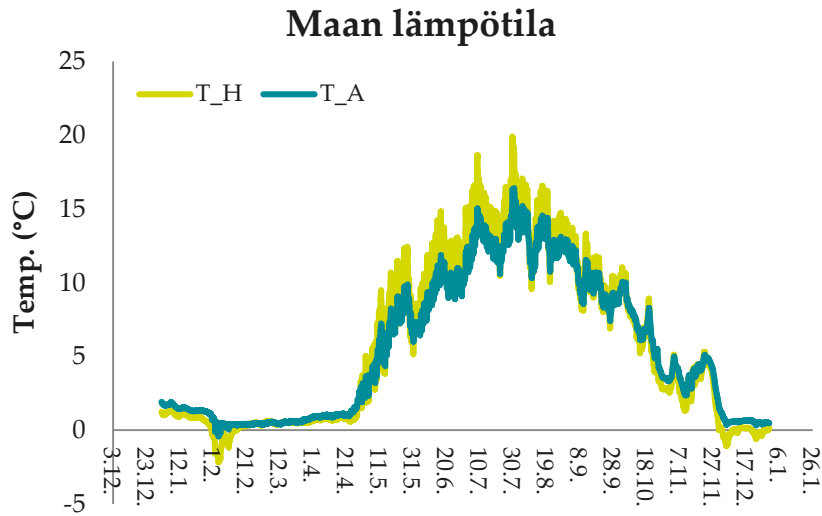
Fig. 2. The relation between soil respiration and soil-water content in O-, A-, B-, and C-horizons. In the model, the maximum value of the moisture factor $f(\theta_v)$ is limited to 1.

Biohiilen vaikutus hiilen kiertoaikaan maaperässä

- Kiertoaika laskettiin seuraavasti:
- Lämpötilana käytettiin koealoilta mitattuja päiväkeskiarvoja (3 tunnin välein mitatuista lämpötiloista).
- Jokaiselle päivälle laskettiin tuotetun CO₂:n määrä käyttäen hengityksen lämpötilavastetta.
- Päivittäiset CO₂-tuotot laskettiin yhteen vuoden yli, ja saatiin vuoden aikana tuotetun CO₂:n määrä.



Hengityksen lämpötilavaste



Biohiilen vaikutus hiilen kiertoaikaan maaperässä

- Hiilen kiertonopeus laskettiin lopulta seuraavasti:
- Hiilen kiertonopeus (vuosia) =
$$\frac{\text{Näytteen hiilivarasto (g)}}{\text{Hengitetyn hiilen määrä (g/vuosi)}}$$

Johtopäätökset

- Biohiili ei lisännyt maassa olevan orgaanisen aineksen hajotusta
- Biohiili ei lisännyt maaperästä tulevia hiilidioksidipäästöjä.
- Biohiili näyttäisi siis sopivan hiilen varastoiskeinoiksi maaperään.



Kiitos!

Tutkimusta ovat tukeneet Suomen Luonnonvarain
tutkimussäätiö ja Suomen Akatemia:

Academy of Finland Centre of Excellence Program



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

uef.fi