

Jatkuvapeitteisen kasvatuksen päästövähennyspotentiaali rehevillä ojitetuilla soilla Suomessa MELA mallin mukaan.

ALUSTAVAT TULOKSET

Alexi Lehtonen, Kari Härkönen, Kyle Eyvindson,
Mikko Peltoniemi, Raisa Mäkipää, Kersti Leppä et
al.



Taustaa

- Ojitettujen soiden maaperän KHK-vaihto riippuu:
 - Kasvupaikkatyyppi, sarkaleveys, ojan syvyys, biomassan määrä ja ilmasto-olot
- Päästöihin voidaan vaikuttaa veden pinnan korkeuden kautta:
 - Muuttamalla haihduttavan kasvillisuuden määrää
 - Muuttamalla ojitusta



Taustaa II

- Kohteisiin on investoitu, kuinka puuntuotanto voi jatkua siten että minimoidaan ulkoisvaikutukset (esim. vesistö ja KHK päästöt)
- Simulointimallien avulla voidaan etsiä eri käsittelyvaihtoehtoja ja niiden tuottamia ekosysteemipalveluita



Tutkimuskysymykset

Kuinka paljon meillä on maaperäpäästöjä ojitetuista soista?

Voidaanko rehevien ojitettujen soiden jatkuvapeitteisellä metsien kasvatuksella saada ilmastohyötyjä Suomessa?

Mikä on pakollisen jatkuvapeitteisen metsien kasvatuksen vaikutus suurimman ylläpidettävissä olevan hakkuukertymän määrään?

Puuston kasvun ennustaminen

- MELA
- Lähtöaineisto:
 - Valtakunnan metsien inventointi
 - Laskentayksiköitä (~ 60000). HUOM:
simuloinnit alkavat 2014-2018
- Määritellään skenaariot ja mallitetaan kehitys
- Yhdistetään nämä skenaariot työkaluihin joiden avulla voidaan mallittaa maaperän KHK vaihto

Kuinka pohjavedenpinnan korkeus mallitetaan?

- Yhdistetään (MELA) aineisto SpaFHy-peat (Launiainen et al. 2019) malliin
- Tarvittavat syöttötiedot:
 - **Latvuspeittävyys, valtapituus, lehtiala lajeittain**, maaperän ravinteisuus, sarkaleveys, ojan syvyys ja sääpakote

Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., <https://doi.org/10.5194/hess-2019-45>
Manuscript under review for journal Hydrol. Earth Syst. Sci.
Discussion started: 5 February 2019
© Author(s) 2019. CC BY 4.0 License.



Hydrology and
Earth System
Sciences
Discussions



Modeling forest evapotranspiration and water balance at stand and catchment scales: a spatial approach

Samuli Launiainen¹, Mingfu Guan^{2,1}, Aura Salmivaara¹, and Antti-Jussi Kieloaho¹

¹Nature Resources Institute Finland, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, Finland

²Department of Civil Engineering, The University of Hong Kong, HKSAR, China

Correspondence: Samuli Launiainen (samuli.launiainen@luke.fi)



Ojien ja aluskasvillisuuden mallintamien

- Ojien lähtötilanne VMI:n mukaan ja mallitus– (Hökkä et al. 2020)
 - Ojien syvyys muuttuu ajassa
 - Malli perustuu, esim:
 - Ojien ikä
 - Ojien alkuperä (kaivuutekniikka)
 - Turpeen paksuus
- Aluskasvillisuuden lehtiala: kehittyä puuston pohjapinta-alan mukaan -> vaikuttaa haihduntaan
- Ojien sarkaväli perustuu digitaaliseen kartta-aineistoon

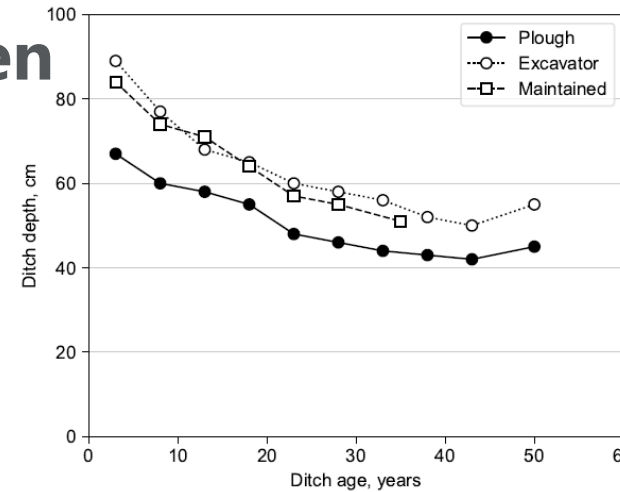


Figure 1. Average depth of original ditches made by plough or excavator, and maintained ditches made by excavator as function of ditch age

Maaperän KHK vaihdon arviointi I

- Päästöt riippuvat pohjavedenpinnan korkeudesta ja ravinteisuudesta
- N₂O – Minkkinen et al. (2020).

$$\text{N}_2\text{O emission} = (a + b \times \text{WT}^2) \times e^{-c \times \text{CN ratio}} + d$$

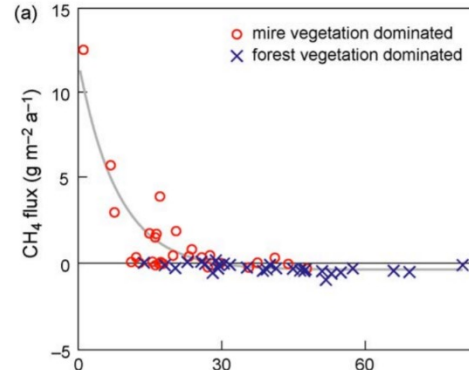
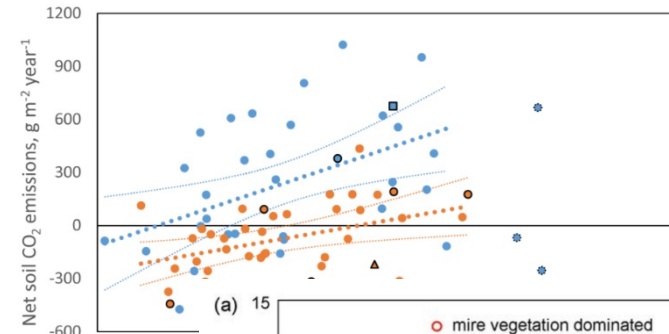
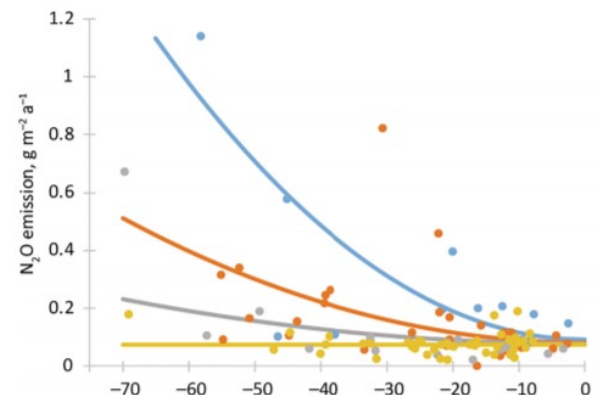
- CO₂ – Ojanen and Minkkinen (2019)

$$\text{nutrient rich: } \text{NE}_{\text{CO}_2\text{soil}} = -115 + 12 \times \text{WTD} \quad [3]$$

$$\text{nutrient poor: } \text{NE}_{\text{CO}_2\text{soil}} = -259 + 6 \times \text{WTD} \quad [4]$$

- CH₄ – Ojanen et al. (2010)

$$\text{CH}_4 \text{ flux} = y_0 + ae^{-b\text{WT}_m}$$



2.5.2C

Maaperän KHK vaihdon arviointi II

- N_2O & CO_2 avohakkuun jälkeen (Korkiakoski + Mäkiranta)
(vähän mittauksia & paljon oletuksia):
 - > *Ptkg*: 4 -> 1 g N_2O per m^2 lineaarinen vähentyminen 10v
 - < *Mtkg*: 1 -> 0.2 g N_2O per m^2 lineaarinen vähentyminen 5v
 - > *Ptkg*: 2700 -> g CO_2 per m^2 lineaarinen vähentyminen 9v
 - < *Mtkg*: 2000-> g CO_2 per m^2 lineaarinen vähentyminen 9v
 - Ei sisällä hakkuutähteitä / luonnonpoistumaa (nämä mallitettu Yasso07 mallilla).
 - Jonka jälkeen Minkkinen et al. 2020 & Ojanen et al. 2019 mukaan
- Ojien CH_4 ojan syvyyden funktiona

Maaperän KHK vaihdon arviointi III

- Ojitetut suot: luonnonpoistuman ja hakkuutähteiden hajoaminen Yasso07 mallin mukaisesti
- Kangasmaat: orgaanisen aineen hajoaminen Yasso07 mallin mukaisesti

Metsänhoidon skenaariot

- BAU
 - Metsien käsittely nykykäytäntöjen mukaan (kunnostusojitus hakkuiden jälkeen MELA:n mukaan, ei huomioida ojituksen tukia)
- SOMPA
 - Avohakkuita ei tehdä rehevillä ojitetuilla turvemailla (> puolukkatyyppi & mustikkatyyppin kuusikot). Siirtyminen jatkuvapeitteiseen kasvatukseen perustuen pohjapinta-alarajoihin
- JURO (herkkyysanalyysi)
 - Sama kuin SOMPA, mutta ensimmäiset 5v alisteisten kuusien kasvu hakkun jälkeen -25%

Skenaariot – hakkuutasot

- **Suurin ylläpidettävissäoleva**
 - BAU
 - SOMPA
 - JURO
- **Toteutuneet hakkuut (2016-2018)**
 - BAU
 - SOMPA
 - JURO

Tulokset, kasvut & hakkuukertymät

| Loggings | Scenario | Data | 2018-2027 | 2028-2037 | 2038-2047 |
|-------------------------|----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Maximum sustained yield | BAU | Increment | 105.8 | 104.3 | 104.2 |
| Maximum sustained yield | BAU | Harvesting | 80.5 | 88.9 | 89.5 |
| Maximum sustained yield | Sompa | Increment | 106.2 | 105.6 | 106.0 |
| Maximum sustained yield | Sompa | Harvesting | 78.3 | 87.1 | 87.9 |
| Maximum sustained yield | Juro | Increment | 105.1 | 104.0 | 104.2 |
| Maximum sustained yield | Juro | Harvesting | 76.8 | 85.8 | 86.8 |
| Actual fellings | BAU | Increment | 105.5 | 106.1 | 109.7 |
| Actual fellings | BAU | Harvesting | 73.0 | 72.9 | 73.0 |
| Actual fellings | Sompa | Increment | 105.6 | 106.3 | 110.2 |
| Actual fellings | Sompa | Harvesting | 72.9 | 72.8 | 72.8 |
| Actual fellings | Juro | Increment | 104.1 | 104.1 | 107.5 |
| Actual fellings | Juro | Harvesting | 72.9 | 72.8 | 72.9 |

Suurin ylläpidettäväskenaariossa E vs. SOMPA: hakkuutaso erittäin noin 2 mill m³

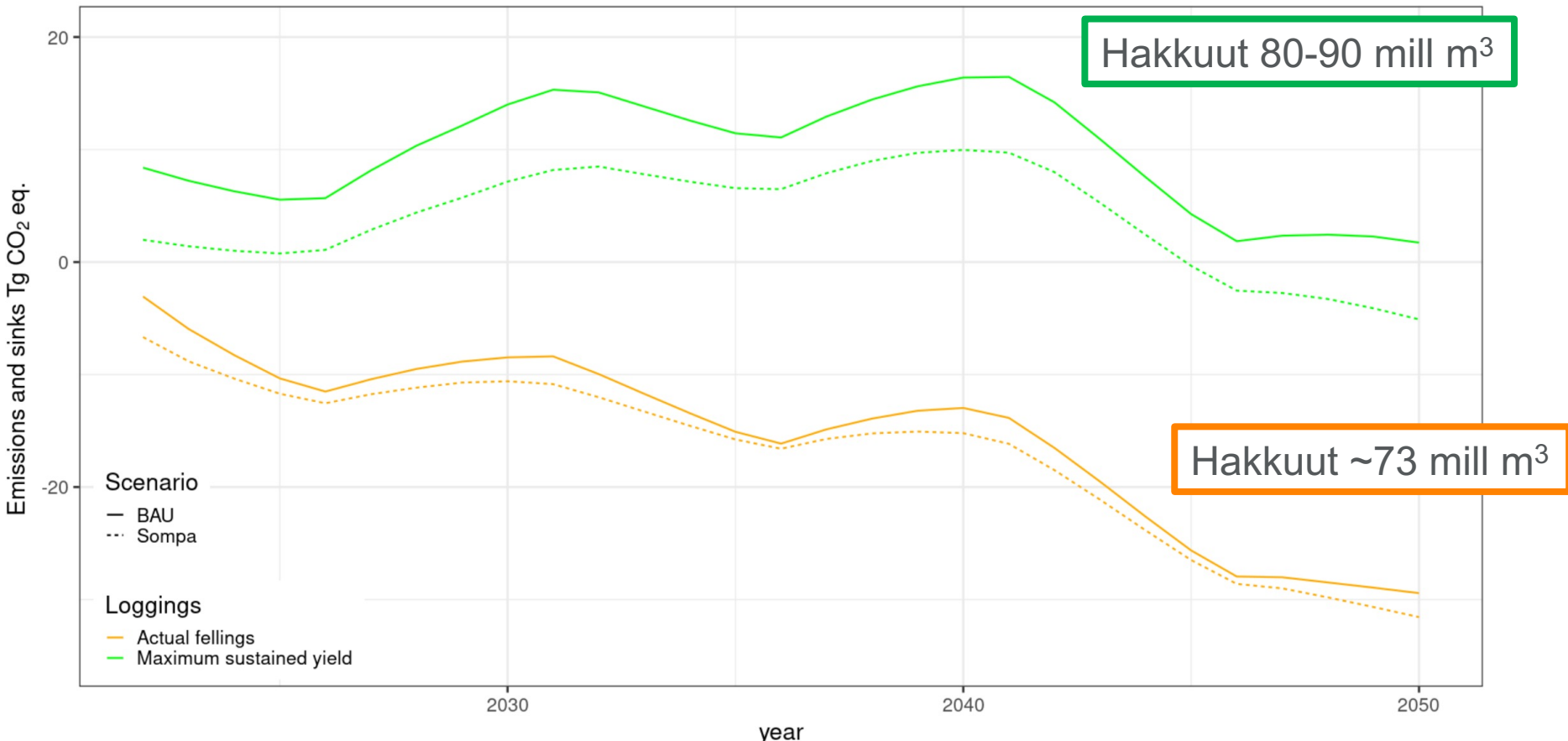
Jos alisteisten puiden kasvu 2020-2025 pienempää 1. jakson ajan -> 1-2.7 mill m³ pienempi kasv Suomessa

Tulokset - hakkuupinta-alat (1000 ha)

| Scenario | Areas | 2018-2027 | 2028-2037 | 2038-2047 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| BAU | total | 466.3 | 536.9 | 501.3 |
| BAU | Upland soils | 338.0 | 404.0 | 388.5 |
| BAU | Peat soils | 128.3 | 132.9 | 112.7 |
| SOMPA | total | 481.7 | 558.7 | 524.1 |
| SOMPA | Upland soils | 351.9 | 415.0 | 396.2 |
| SOMPA | Peat soils | 129.8 | 143.8 | 127.9 |

Alustavat tulokset – Suomen metsien KHK vaihto

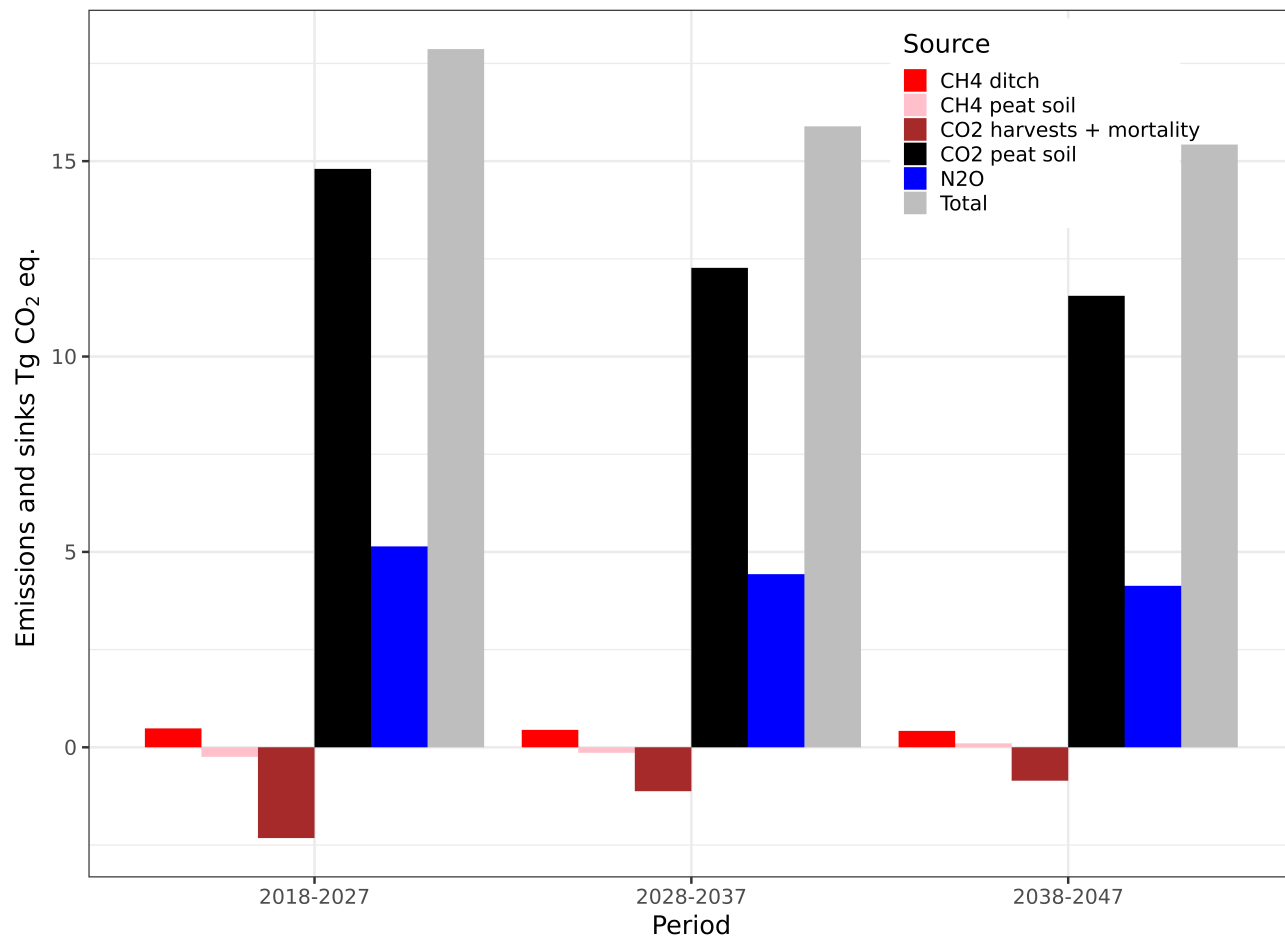
Total ecosystem GHG exchange



Alustavat tulokset – toteutuneet hakkuut skenaario



Alustavat tulokset – ojitettujen soiden maaperän KHK vaih



Tulokset ja päätelmät

- ~50000-60000 ha reheviä ojitettuja soita muutettiin vuosittain jatkuvapeitteiseen kasvatukseen
- SOMPA skenaario tuottaa vuosittain ilmastohyötyjä (1-3 Tg CO₂ yr⁻¹) verrattuna BAU skenaarioon
- Suurimman ylläpidettävissä olevan skenaarion hakkuutasoilla Suomen metsät eivät ole enää hiilinielu (huomioiden CH₄ ja N₂O päästöt) -> haasteita saavuttaa hiilineutraaliustavoite (jos esitetty laskenta pitää paikkansa)
- KHK-inventaarion nykyisin esittämät ojitettujen soiden KHH päästöarviot ovat aliarvioita verrattuna tässä työssä esitettyihin estimaatteihin (erityisesti N₂O)-> Huom! uutta on tekeillä

Tulokset ja päätelmät II

- Ojitettujen soiden avohakkuiden merkittävien päästöjen huomioiminen johtaa siihen että jatkuvapeitteinen skenaario (SOMPA on ilmaston kannalta parempi ratkaisu Suomelle kuin BAU (huom! epävarmuudet ovat merkittävät)
- Herkkyysanalyysin mukaan (Juro, 25% kasvutappio 1. 5v kausi alisteilla puilla) -> Juro ja BAU likimain yhtä hyvät ilmaston kannalta samalla hakkuumäärällä -> tarvitaan tarkempaa tietoa alisteisten puiden "juromisesta" hakkuun jälkeen.

Viitteet:

- Hökkä, H., Stenberg, L. & Laurén, A. (2020) Modelling depth of drainage ditches in forested peatlands of Finland. *Baltic Forestry*. 26(2): 453.
- Launiainen, S., Guan, M., Salmivaara, A. and Kieloaho, A.J., 2019. Modeling boreal forest evapotranspiration and water balance at stand and catchment scales: a spatial approach. *Hydrology and Earth System Sciences*, 23(8), pp.3457-3480.
- Minkkinen, K., Ojanen, P., Koskinen, M., & Penttilä, T. (2020). Nitrous oxide emissions of undrained, forestry-drained, and rewetted boreal peatlands. *Forest Ecology and Management*, 478, 118494.
- Ojanen, P., Minkkinen, K., Alm, J., & Penttilä, T. (2010). Soil-atmosphere CO₂, CH₄ and N₂O fluxes in boreal forestry-drained peatlands. *Forest Ecology and Management*, 260(3), 411-421.
- Ojanen, P., & Minkkinen, K. (2019). The dependence of net soil CO₂ emissions on water table depth in boreal peatlands drained for forestry. *Mires and Peat*, 24(27), 1-8.