

WEBINAARIT 8.5. JA 15.5. 2025

Vettäkö vai eikö vettä? - webinaarit

Metsäojitettujen soiden vettäminen

15.5. klo 13-15



Käytännön asiat

- Osallistujien kamerat on suljettu ja mikrofonit mykistetty
- Keskustelukenttään voi laittaa kysymyksiä ja kommentteja ja niitä nostetaan loppukeskusteluun
- Tilaisuus tallennetaan. Esitykset ja tekstitetty tallenne tulevat myöhemmin webinaarisarjan sivulle, osoitteeseen:
https://www.lyyti.fi/reg/Metsaojitettujen_soiden_vettaminen_4442
- Linkit lähetetään ilmoittautuneille tilaisuuden jälkeen



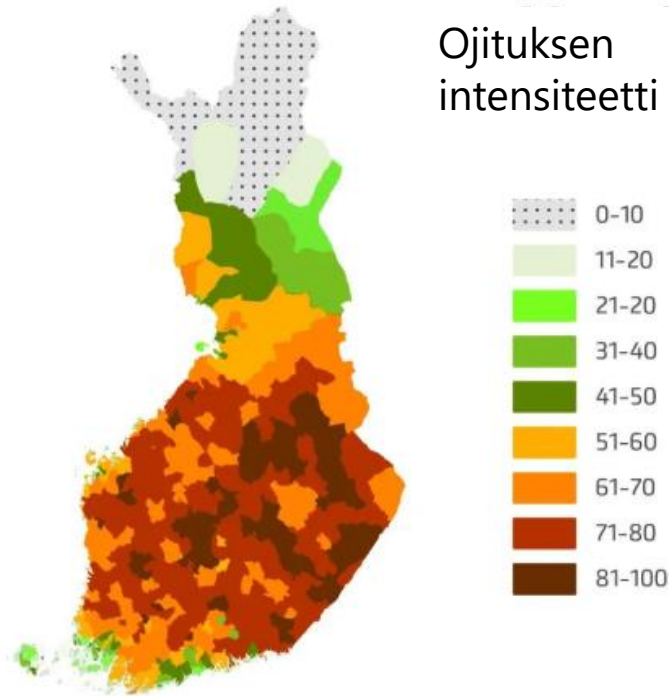
Mistä nyt puhutaan?

**Miksi soita
ennallistetaan
ja vetetään?**

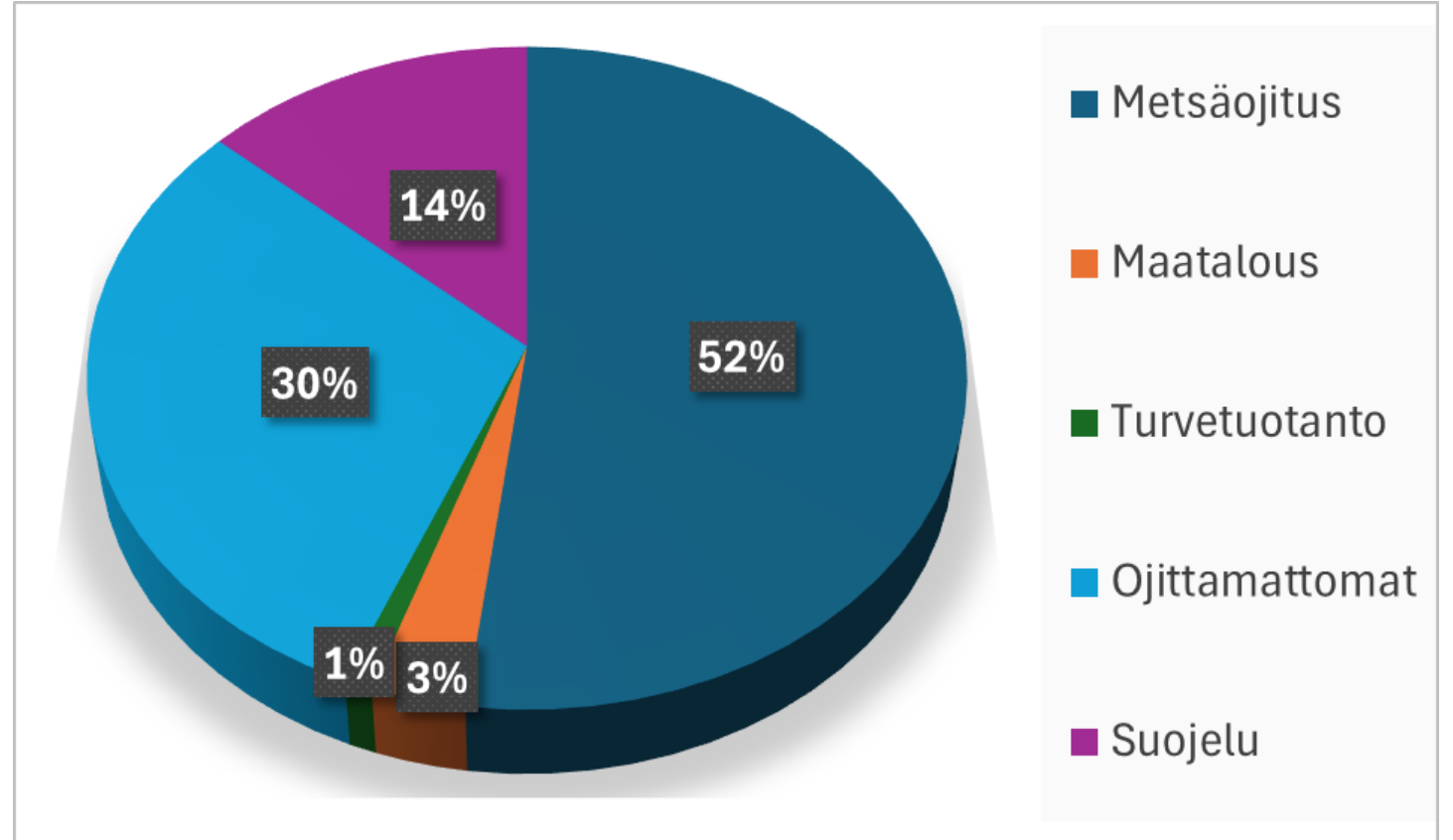
Anne Tolvanen



Noin puolet Suomen turvemaista ojitettu



Lähde: VMI (2011), Maanmittauslaitoksen Maastotietokanta, Laiho et al. 2016)



Turvemaiden kokonaisala: 9.2 milj. ha
Lähde: VMI12, VMI13, KHKI (2019), GTK

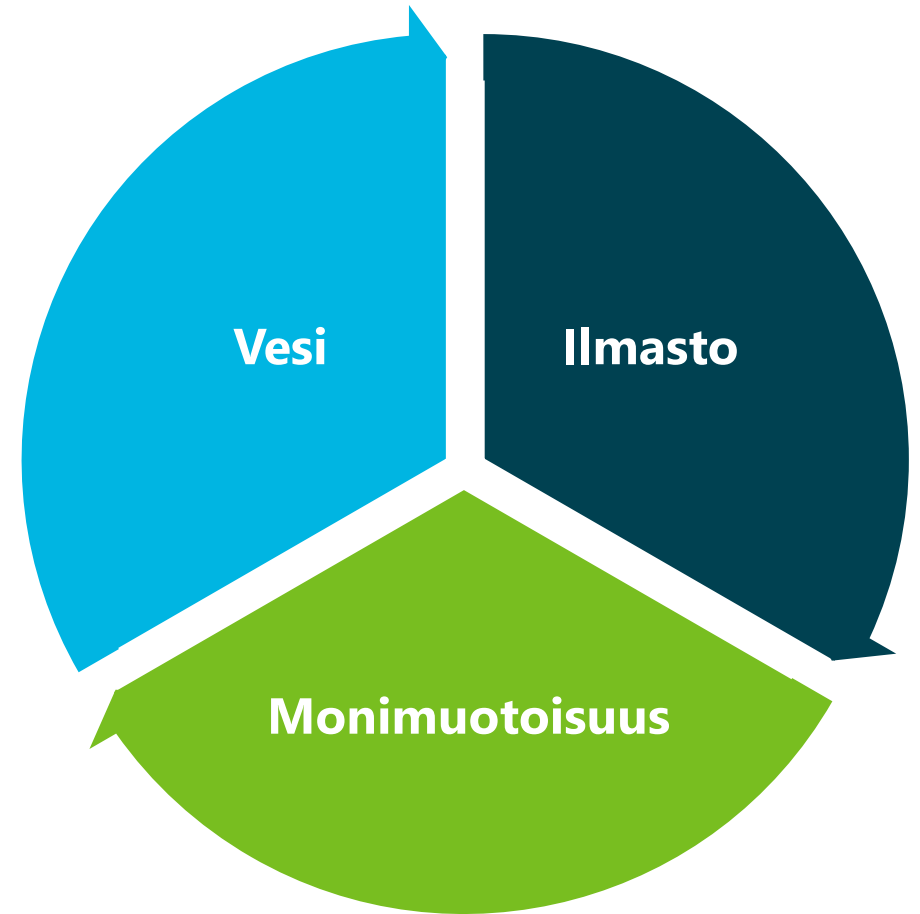
Metsäojituksen vaikutukset talouteen

- 1/4 Suomen puuntuotannosta tulee metsäojitetuilta soilta
- Kokonaistilavuus kasvanut 1.7-kertaiseksi aikavälillä 1970 – 2020
 - 14 → 24 milj m³/a (Nöjd et al. 2021)
- Metsäteollisuus kattoi 15-20 % Suomen ulkomaanviennistä 2024
 - Metsäteollisuuden arvo 20 mrd euroa 2022
<https://www.ammattilehti.fi/blogi/2024/07/04/46592>
 - Suora työllisyysvaikutus 38 400 henkeä
 - Epäsuora vaikutus 100 000 henkeä



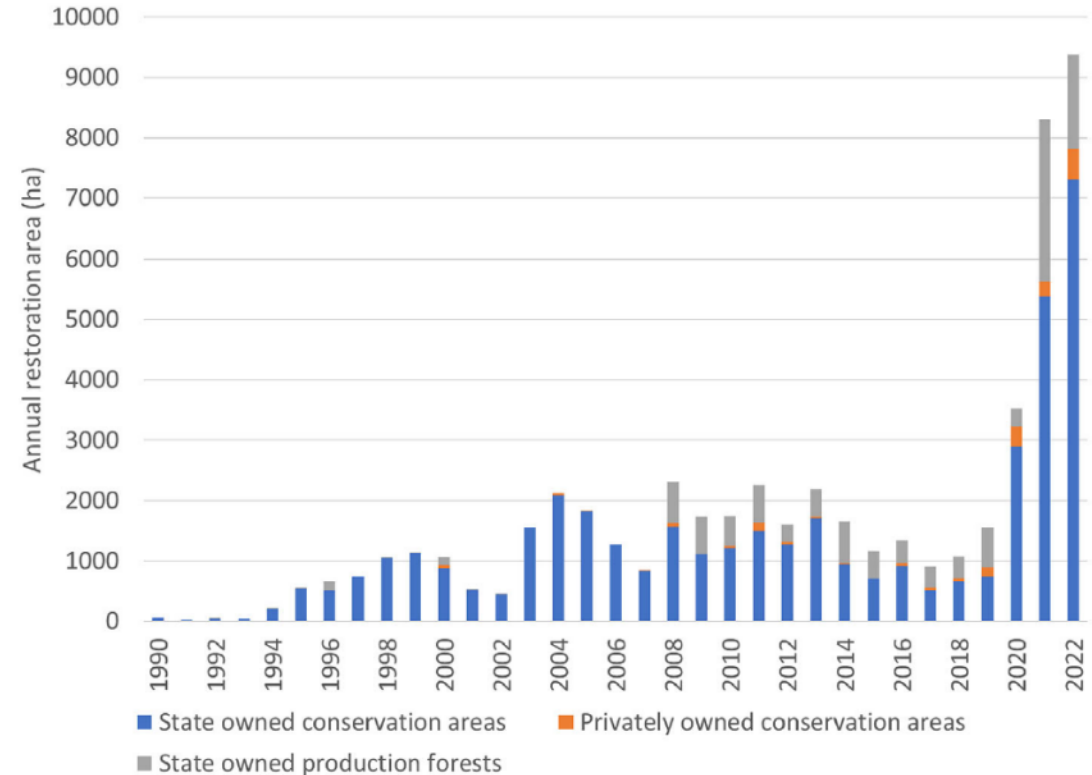
Ojituksen ympäristövaikutukset

- Monimuotoisuuden heikkeneminen
 - 54 % suoelinympäristöistä uhanalaisia (Kontula & Raunio 2018)
 - 280 uhanalaista lajia (4,2 % kaikista uhanalaisista) (Hyvärinen et al. 2019)
- Turpeen khk-päästöt
 - Puut sitovat hiiltä siihen saakka kunnes hakataan (Korkiakoski et al. 2023)
- Ravinteiden ja orgaanisen aineen huuhtoutuminen vesistöihin (Nieminen et al. 2018, 2021)



Ennallistaminen

- Lähti liikkeelle kokeiluluonteisesti 1990-luvulla
 - Päähuomio suoluonnon ja monimuotoisuuden palauttamisessa
- EU- ja LIFE-rahoitus 2000-luvulla: ennallistaminen yleistyi
- Ilmasto ja vesi mukaan selkeästi vasta 2010-luvulla



Laine et al. 2024

EU:n ennallistamisasetus moninkertaistaa tavoitteet

- Tähän mennessä ennallistettu yli 55 000 hehtaaria suota
 - 1 % metsäojitetusta suoalasta
- Ennallistamisasetuksen heikentyneisiin suoluontotyyppeihin kohdistuvat tavoitteet :
 - 30 % pinta-alasta vuoteen 2030 mennessä
 - 60 % pinta-alasta vuoteen 2040 mennessä
 - 90 % pinta-alasta vuoteen 2050 mennessä



Paljon avoimia kysymyksiä

- Miten ennallistaminen / vettäminen ylipäätään ymmärretään?
 - Ennallistaminen luonnontilaan?
 - Vettäminen metsätalouden yhteydessä?
- Kuinka suuria pinta-aloja tullaan ennallistamaan
 - Mikä katsotaan heikentyneeksi?
- Vaikutukset puuntuotantoon ja metsäteollisuuden arvoketjuihin?
- Vaikutukset muihin hyötyihin?
- Vaikutukset ilmastoon, monimuotoisuuteen, vesistöihin?
- Vaikutusten ajoittuminen?



Webinaarin ohjelma

Metsäojitetut suot 15.5. klo 13–15

Osallistumislinkki: [Join the meeting now](#)

- 13:00 **Mistä nyt puhutaan?** Miksi soita ennallistetaan ja vetetään? Mitä EU:n ennallistamisasetus vaatii Suomelta ja tutkimukselta?
Puheenjohtaja Anne Tolvanen, professori
- 13:10 **Mihin ilmastovaaka kallistuu?** Millaisia ovat soiden ennallistamisen ilmastomahdollisuudet ja haasteet? Verrataan myös boreaalisia soita muihin maailman soihin.
Paavo Ojanen, erikoistutkija
- 13:28 **Lisääkö vettäminen monimuotoisuutta?** Käytännön ennallistamistyössä riittää hyötyjen ja haittojen puntarointia. Millä perusteella päätökset kannattaa tehdä?
Anne Tolvanen, professori
- 13:46 **Huomioidaanko pienimmätkin?** Miten suon mikrobiston toiminta muuttuu vettämisessä?
Jenni Hultman, erikoistutkija
- 14:04 **Apua uusista menetelmistä?** Kaukokartoituksen avulla voidaan kehittää työkaluja ennallistamisen kohdentamiseen ja vaikutusten arviointiin.
Aura Salmivaara, tutkija
- 14:22 **Millainen on yleinen mielipide vettämisestä?** Katsotaan kansalaisten ajatuksia soiden ennallistamisesta.
Leo Raivonen, tutkija
- 14:40 **Keskustellaan yhdessä:** Millaista tietoa ja jatkotutkimusta tarvitsemme tulevaisuudessa?
Moderaattorina tutkimuspäällikkö Päivi Merilä

Kirjallisuus

- Hyvärinen et al. (Eds.) 2019. The 2019 Red List of Finnish Species.
- Kontula, T. & Raunio, A. (eds.). 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus and ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. 388 s.
- Korkiakoski et al. 2023. Partial cutting of a boreal nutrient-rich peatland forest causes radically less short-term on-site CO2 emissions than clear-cutting. Agricultural and Forest Meteorology <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109361>
- Laine et al. 2024. Climate change mitigation potential of restoration of boreal peatlands drained for forestry can be adjusted by site selection and restoration measures. Restoration Ecology 32(7): e14213. <https://doi.org/10.1111/rec.14213>
- Nieminen et al. 2018. Increasing and Decreasing Nitrogen and Phosphorus Trends in Runoff from Drained Peatland Forests—Is There a Legacy Effect of Drainage or Not? Water Air and Soil Pollution 229:286. <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3945-4>
- Nieminen et al. 2021. Peatland drainage - a missing link behind increasing TOC concentrations in waters from high latitude forest catchments? Science of the Total Environment. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145150>
- Nöjd et al. 2021. Suomen metsien käytön rajat: Mera-aikakauden skenaariolaskelman tarina. Metsätieteen aikakauskirja. <https://doi.org/10.14214/ma.10570>

Kiitos!



luke.fi

Mihin ilmasto vaaka kallistuu?

Millaisia ovat soiden ennallistamisen ilmastomahdollisuudet ja haasteet?

Verrataan myös boreaalisia soita muihin maailman soihin.

Paavo Ojanen 15.5.2025

Erikoistutkija, Luonnonvarakeskus
(ja yliopistotutkija, Helsingin yliopisto)



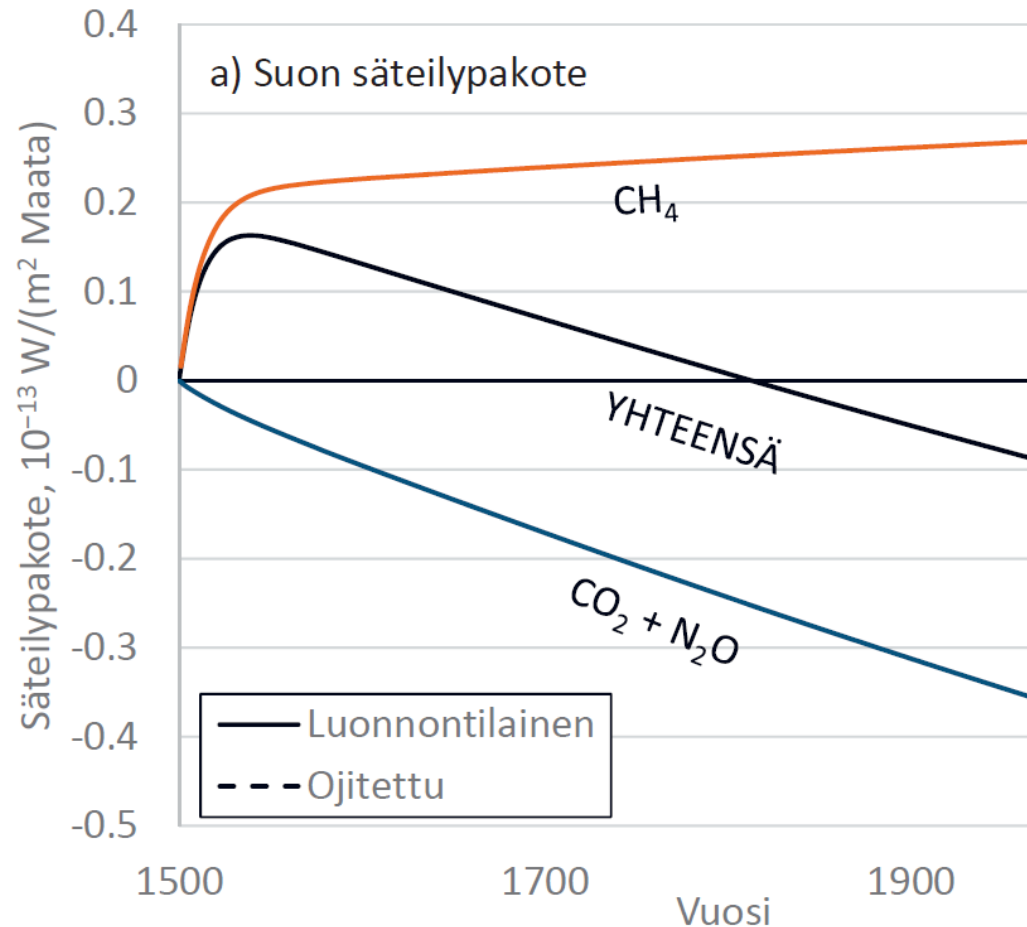
Yhteenveto eli Paavon teesit metsäojitettujen soiden ennallistamisesta

1. Ilmastonmuutoksen torjumiseksi pitkällä aikavälillä (kymmenet–sadat vuodet) on keskeistä säilyttää turpeen fossiilisen kaltainen hiilivarasto.
 - Tähän suon ennallistaminen on tehokas keino!
2. Ilmastonmuutoksen torjumiseksi lyhyellä aikavälillä (vuodet–vuosikymmenet) on keskeistä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä.
 - Tähän suon ennallistaminen ei yleensä ole tehokas keino!
3. On tärkeä ennallistaa niitä soita, joilla ennallistaminen on hyvä tai välttämätön keino säilyttää suuri turpeen hiilivarasto.
 - Joskus turpeen voi säilyttää ilman suon ennallistamista.
 - Ohutta turvekerrosta ei kannata säilyttää.

Millaisia ovat soiden ennallistamisen ilmastomahdollisuudet ja haasteet?

- Mitä tiedetään "varmuudella" ojittamattoman suon vaikutuksesta ilmastoon?
 - Suo lämmittää ilmastoja, koska märkä suo päästää paljon metaania ilmakehään.
 - Suo viilentää ilmastoja, koska turpeeseen hitaasti kertyvä hiili on poissa ilmakehästä.
 - => Kestää satoja tai tuhansia vuosia, että suo kehittyessään alkaa viilentää ilmastoja!
 - => Tuhansien vuosien kuluessa soiden ilmastoja viilentävä vaikutus on kasvanut suureksi!
 - (<https://doi.org/10.1029/2005JG000091>, <https://doi.org/10.1002/2016JG003749>,
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106596>, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/add607>)
- **Mitä tämä merkitsee soiden ennallistamisen kannalta?**
 - **Ennallistamisen ilmastomahdollisuus ei liity suon (uudelleen)perustamiseen.**
 - **Kyse on suon suuren, hitaasti kertyneen hiilivaraston pitämisestä poissa ilmakehästä!**

Ojittamattoman suon ilmasto-vaikutus – havainnollistus



Esimerkki luonnontilaisen suon maaperän hiilidioksidinielun (CO₂), typpioksiduulipäästön (N₂O) ja metaanipäästön (CH₄) 620 vuoden aikana aiheuttamasta säteilypakotteesta (+ ilmasto- lämmittävä vaikutus, – ilmasto- viilentävä vaikutus). Suo syntyy vuonna 1500.

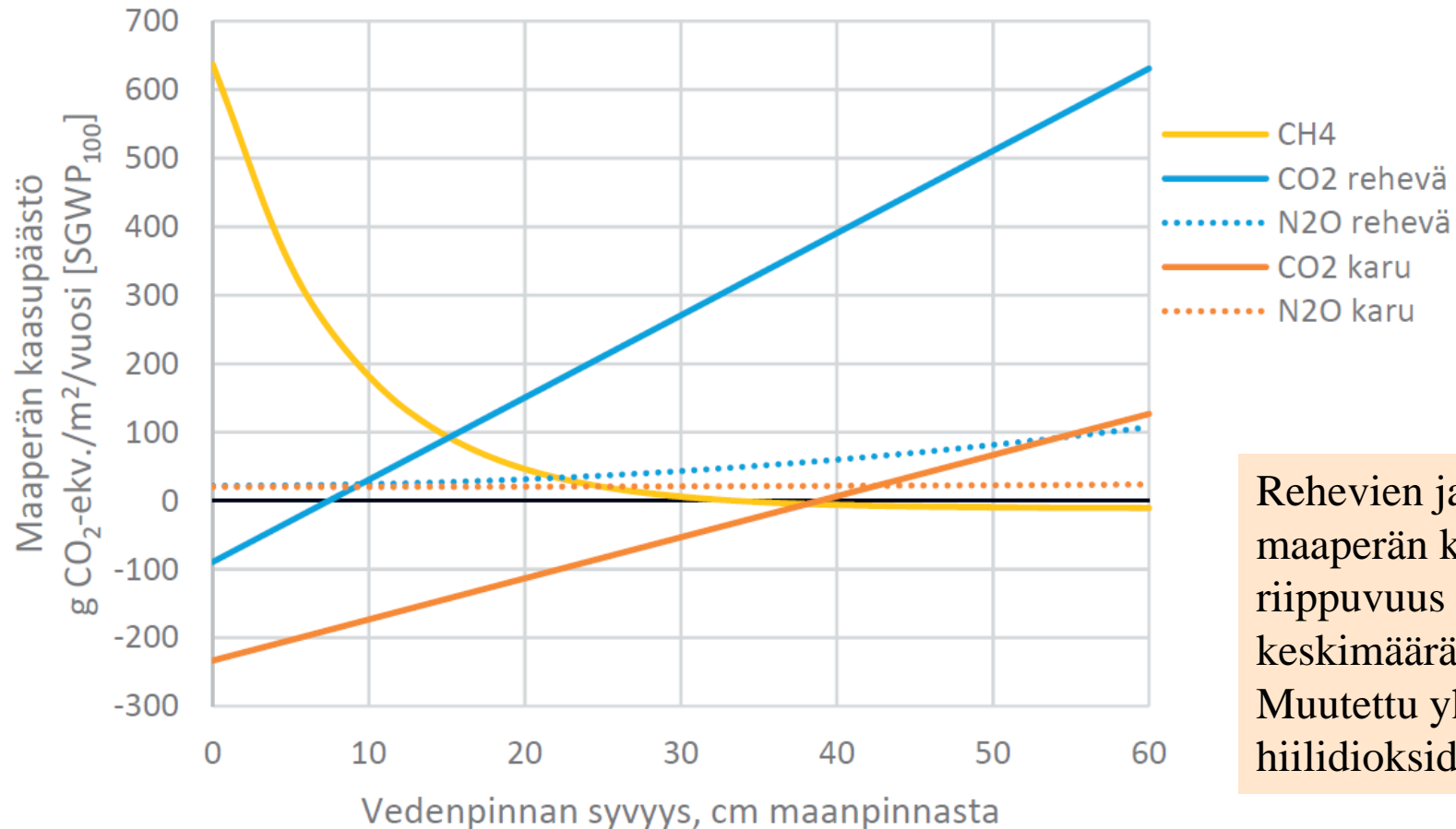
Säteilypakotteen laskemiseen käytetyt maaperän CO₂-, N₂O- ja CH₄-taseet (+ päästö, – nielu) eivät kuvaa mitään tiettyä suota tai suotyyppiä, mutta ovat kuitenkin realistisia arvoja boreaaliselle luonnontilaiselle suolle: –130, +7, +0.1 g/m²/vuosi.

Ojanen ym.2020, Suo 71(2): <https://suo.fi/pdf/10588>

Millaisia ovat soiden ennallistamisen ilmastomahdollisuudet ja haasteet?

- Mitä tiedetään "varmuudella" metsäojitetun suon vaikutuksesta ilmastoon?
 - Mitä ravinteikkaampi, kuivempi ja lämpimämpi suo on, sitä nopeammin turve hajoaa ja sitä suurempia hiilidioksidi ja typpioksiduulipäästöjä suo tuottaa.
 - Riittävän karulla, märällä ja kylmällä suolla turve voi säilyä.
 - Toisaalta ojitus on lisännyt puuston kasvua ja hiilinielua ja lähes lopettanut metaanipäästön.
 - => Metsäojitus on pikemminkin viilentänyt kuin lämmittänyt ilmastoja tähän mennessä.
 - => Pitkällä aikavälillä suuren turpeen hiilivaraston häviäminen on ongelma.
 - (<https://suo.fi/pdf/10588>, <https://suo.fi/pdf/10587>)
- **Mitä tämä merkitsee soiden ennallistamisen kannalta?**
 - **Metsäojitus sekä viilentää että lämmittää ilmastoja.**
 - **Metsäojitetun suon ilmastohaaste on pikemminkin krooninen kuin akuutti.**

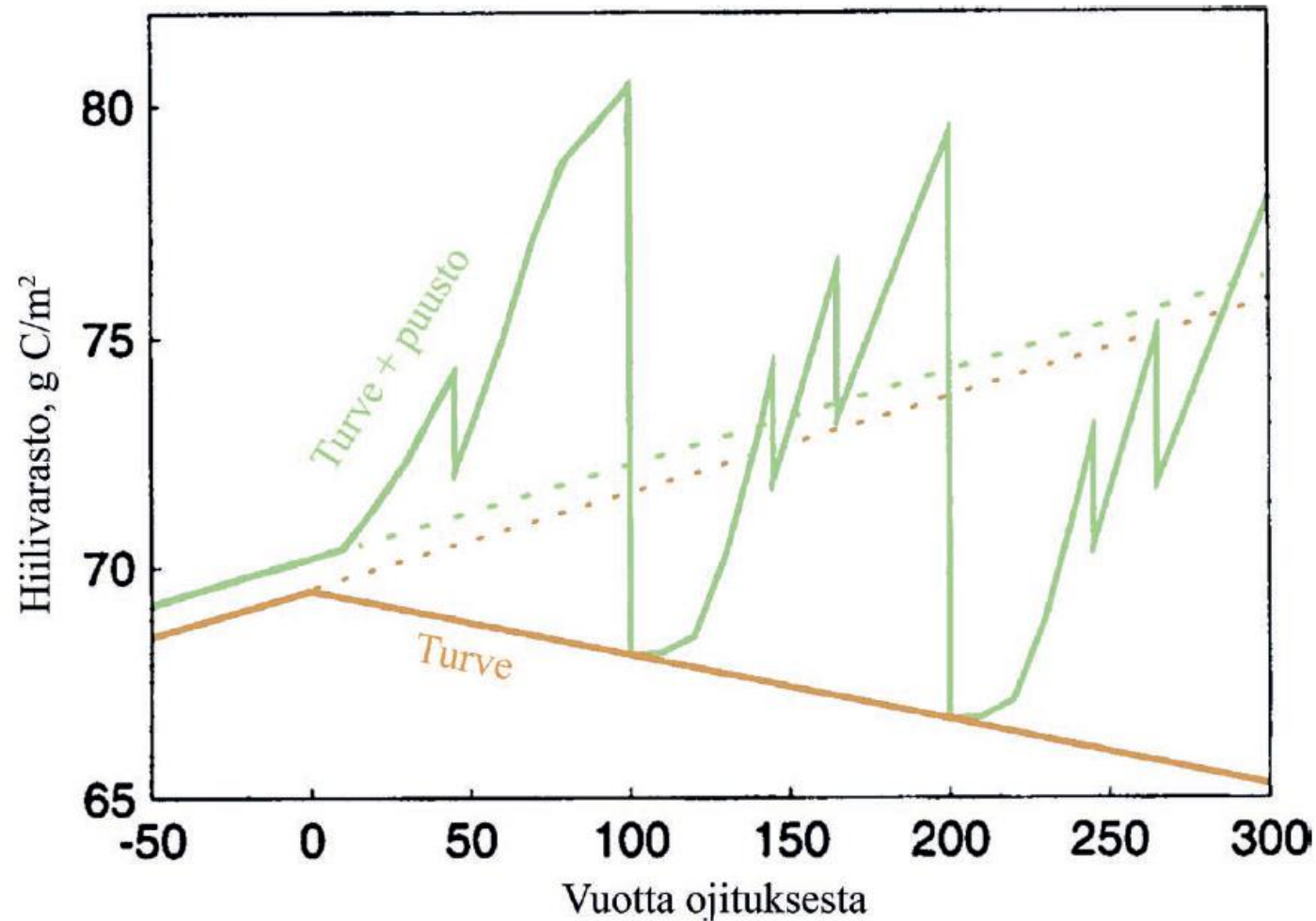
Metsäojitetun suon ilmasto vaikutus – havainnollistus 1



Rehevien ja karujen metsäojitetujen soiden maaperän kasvihuonekaasupäästöjen riippuvuus lumettoman ajan (touko-lokakuu) keskimääräisestä vedenpinnan syvyydestä. Muutettu yhteismitallisiksi hiilidioksidiekvivalenteiksi SGWP-kertoimilla.

Ojanen ym.2020, Suo 71(2): <https://suo.fi/pdf/10588>

Metsäojitetun suon ilmasto-vaikutus – havainnollistus 2



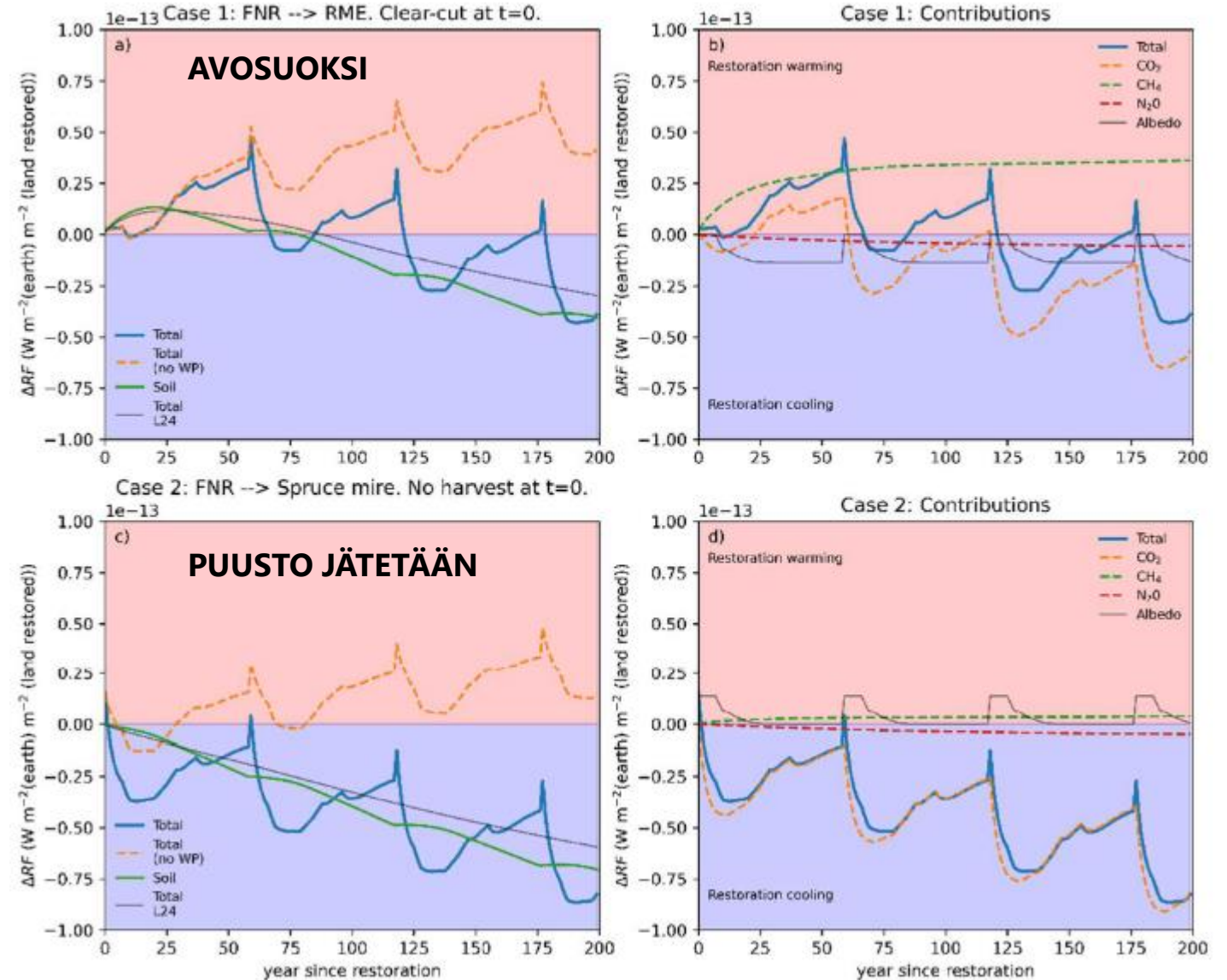
Esimerkki metsäojituksen ja metsätalouden vaikutuksesta turpeen ja puuston hiilivarastoon, kun ojitus toisaalta muuttaa turpeen kertymisen turpeen hävikiksi ja toisaalta lisää puuston kasvua. Katkoviivat kuvaavat kehitystä ilman ojitusta.

Metsäojitetun suon ennallistamisen ilmastovaikutus?

- Korvataan siis metsäojitettu suo luonnontilaisella suolla!
 - Maaperän hiilidioksidi- ja typpioksiduulipäästöt vähenevät.
 - Maaperän metaanipäästöt kasvavat.
 - Puuston kasvuolot heikkenevät.
- Miten näiden muutosten aiheuttama ilmastovaikutus kehittyy ajan myötä?
 - Perustetaan avosuo?
 - Säilytetään puusto?
 - Esimerkkinä rehevä suo, jolla turvetta häviää.

Metsäojitetun suon ennallistamisen ilmastovaikutus

Change in annual radiative forcing ΔRF_{tot} (a) and its components in: Case 1 (b) when nutrient rich forest (FNR, mesotrophic Mtkg in Southern Finland) is restored to open eutrophic/mesotrophic peatland by clear-cutting at the end of rotation period. Development of C storages and fluxes between the system and the atmosphere are shown in Fig. S1; Case 2 (c, d) when same forest is restored to tree covered mire leaving the tree stand intact, assuming it preserves its C storage infinitely. In left panels (a, c) thin black line shows the estimates of Laine et al. (2024) that include only on the change in soil GHG balances.



Ennallistetaan kaikki maailman 33 miljoonaa ha ojitettuja turvemaita?

Metsäojitetuilla soilla on muista soista poikkeava vaikutus, koska niillä on muita soita pienemmät päästöt maaperästä.

Yleisesti ottaen soita kannattaa kyllä ennallistaa myös lyhyen aikavälin päästöjen vähentämiseksi.

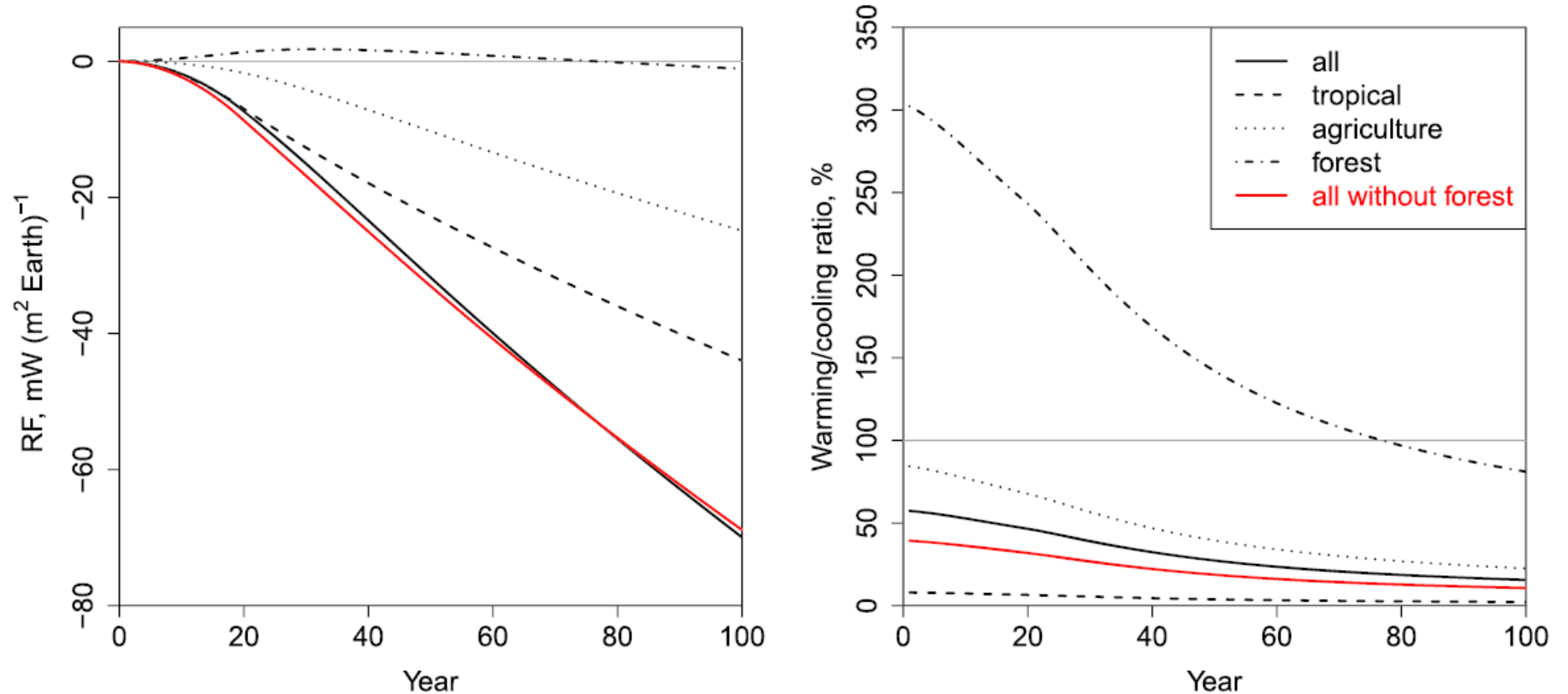


Figure 3. (left) The radiative forcing (RF) scenario for globally rewetting all the drained peat soils in 20 years. (right) The share (%) of the cooling effect (reduction of CO_2 and N_2O emissions) offset by the warming effect (increase in CH_4 emissions). Tropical = tropical croplands and plantations; agriculture = temperate and boreal croplands and grasslands; and forest = temperate and boreal forestry-drained peatlands.

Ennallistaminen ja metsäojitus eivät ole ainoat tai mustavalkoiset vaihtoehdot

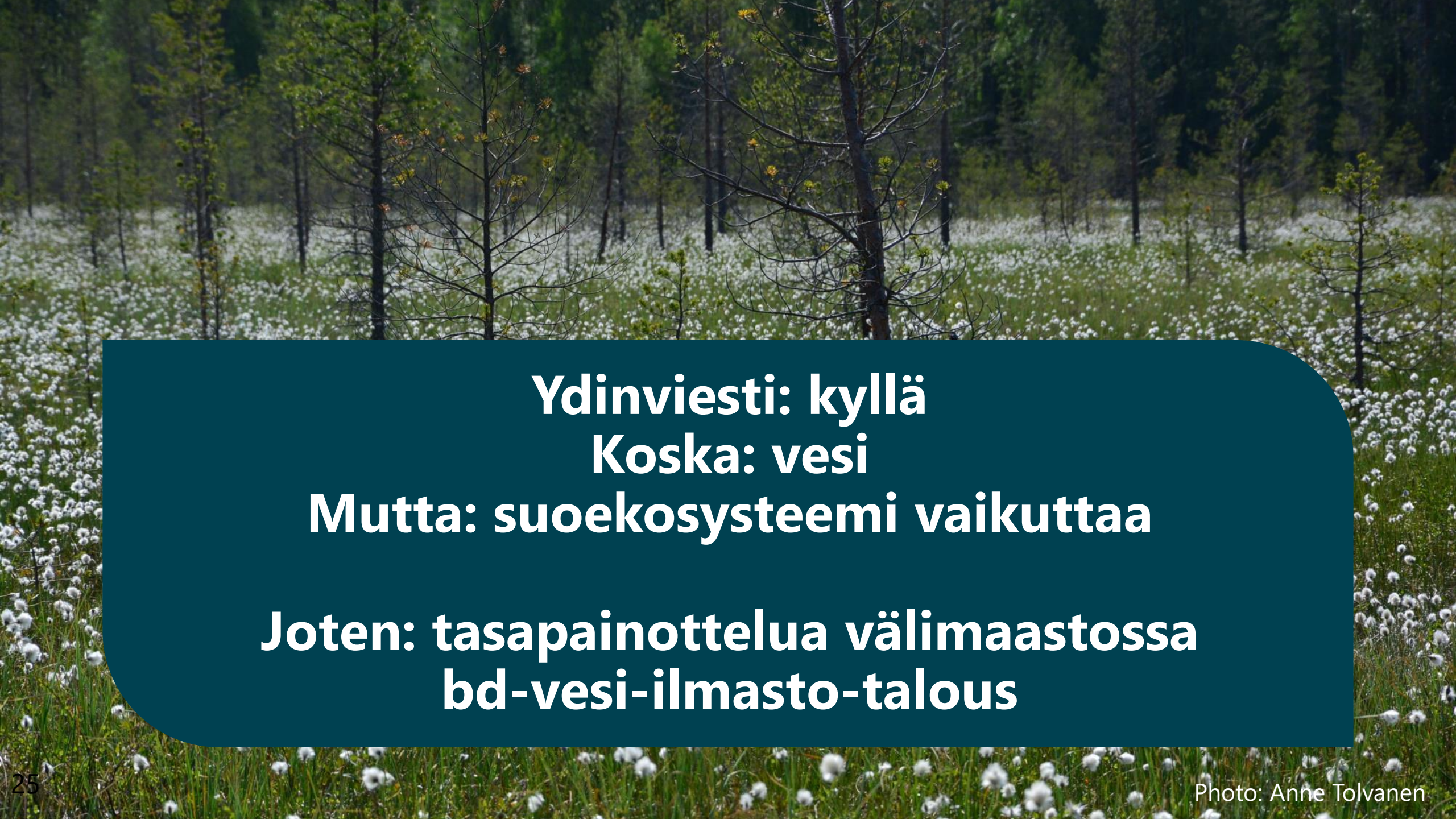
- Ilmastonmuutoksen torjumisen kannalta tulos ratkaisee, ja metsäojitettujen soiden osalta ei ennallistamista tai metsäojitusta voi julistaa voittajaksi!
- Turpeen suuren hiilivaraston säilyttäminen on keskeistä, ja siihen löytyy keinoja osin myös ojitetuilla soilla. Metsätalouskin voi muuttua ja kehittyä.
- Tapauskohtainen harkinta on välttämätöntä – varsinkin kun ennallistamispäätös vaikuttaa ilmaston lisäksi myös vaikutus suo-, metsä- ja vesiluontoon sekä metsätalouteen.

Parantaako vettäminen suolunnon monimuotoisuutta?

Mitä kaikkea on huomioitava?

Anne Tolvanen





**Ydinviesti: kyllä
Koska: vesi
Mutta: suoekosysteemi vaikuttaa
Joten: tasapainottelua välimaastossa
bd-vesi-ilmastotalous**



Yhden suon kehityskulku ennallistamisen jälkeen

Iso-Palonen, Kuhmo
2006

512_8S



Iso-Palonen, Kuhmo
2012

5 vuotta ennallistamisesta

512_8S



Iso-
Palonen,
Kuhmo
2018

12 vuotta
ennallista
misesta

512_8S



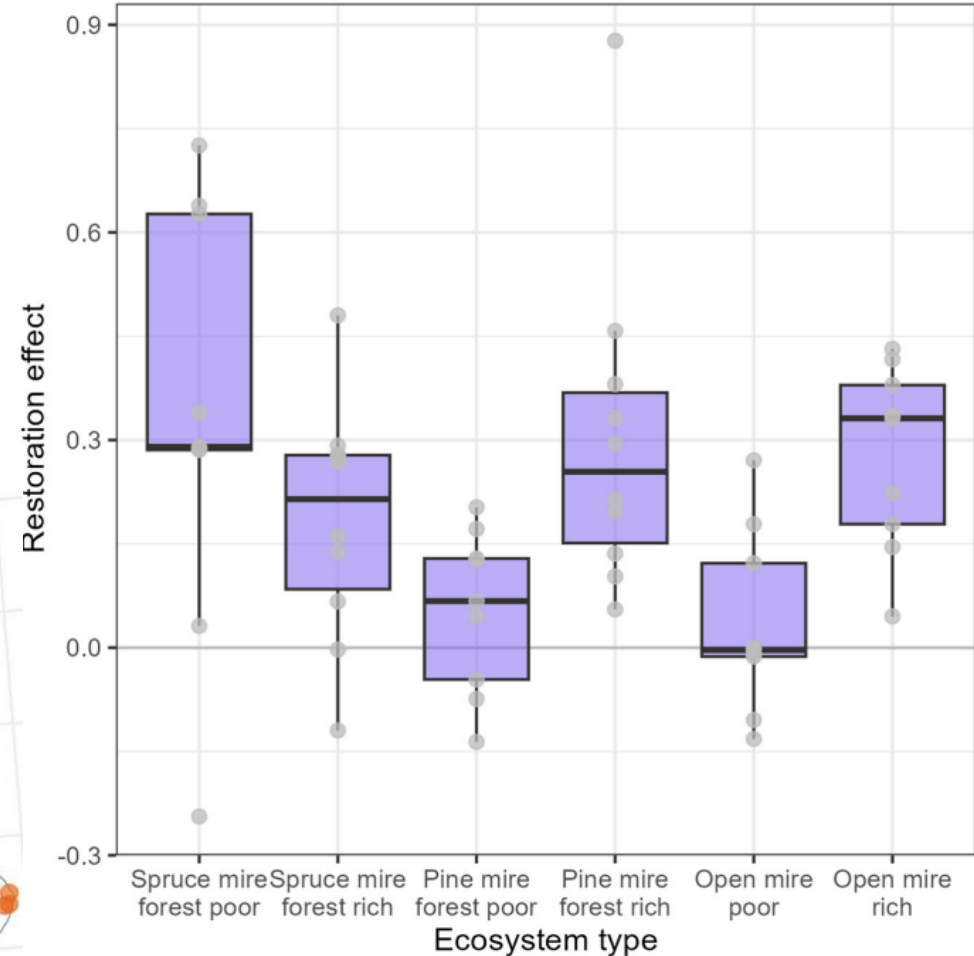
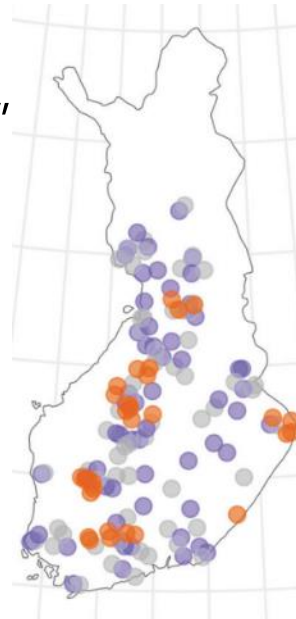
Iso-Palonen,
Kuhmo
2018

Ojittamaton

511_16W

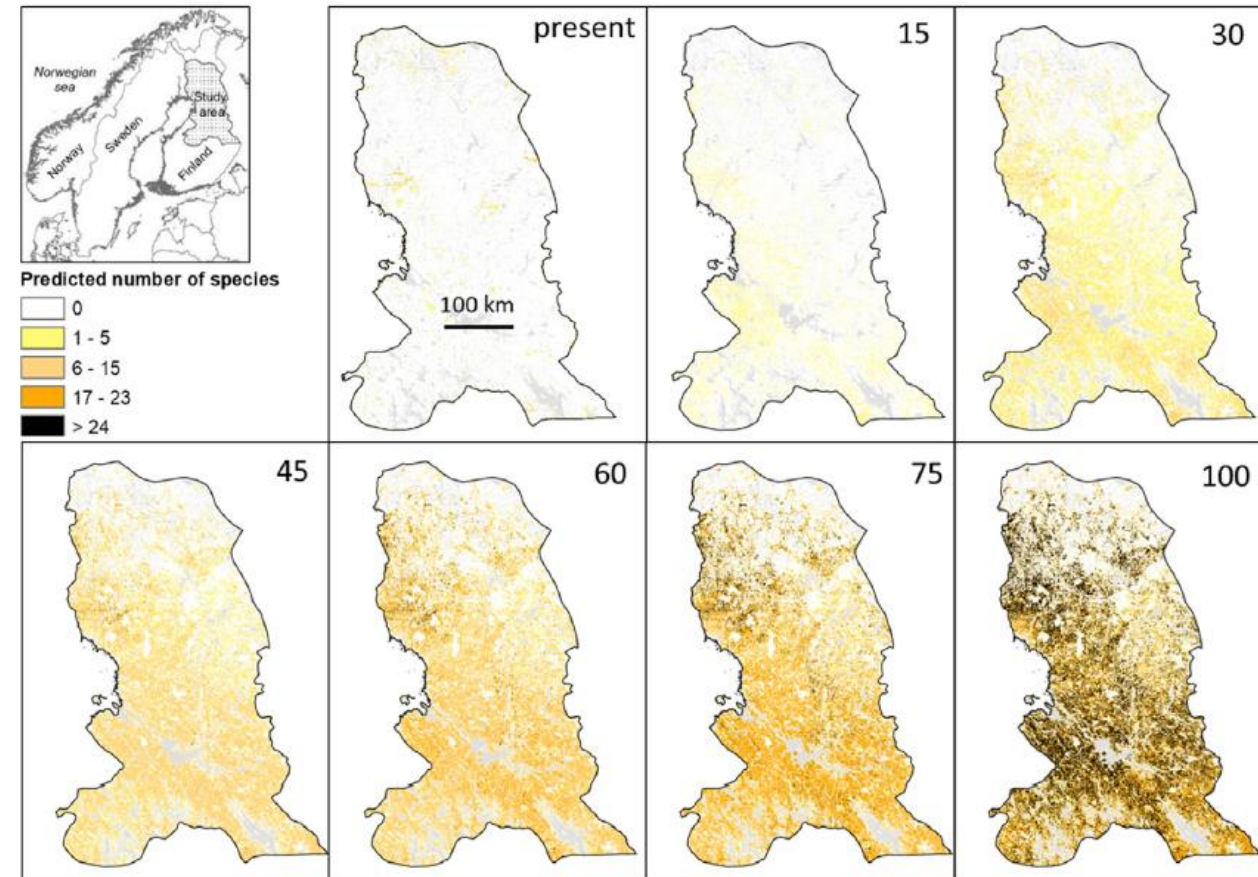
Palautuminen riippuu suoekosysteemistä

- Metsähallituksen valtakunnallinen seuranta-aineisto
 - 151 koealaa, 10 vuotta enn. jälkeen
- Oligo-mesotrofiset suot ennallistuneet parhaiten (kasvillisuus)
 - Kilpailu vaikuttaa ravinteikkailla soilla
 - Kuivempien lajien esiintyminen karuilla
- Missään ei ole vielä havaittu "täydellistä" palautumista (Kareksela ym. 2021)



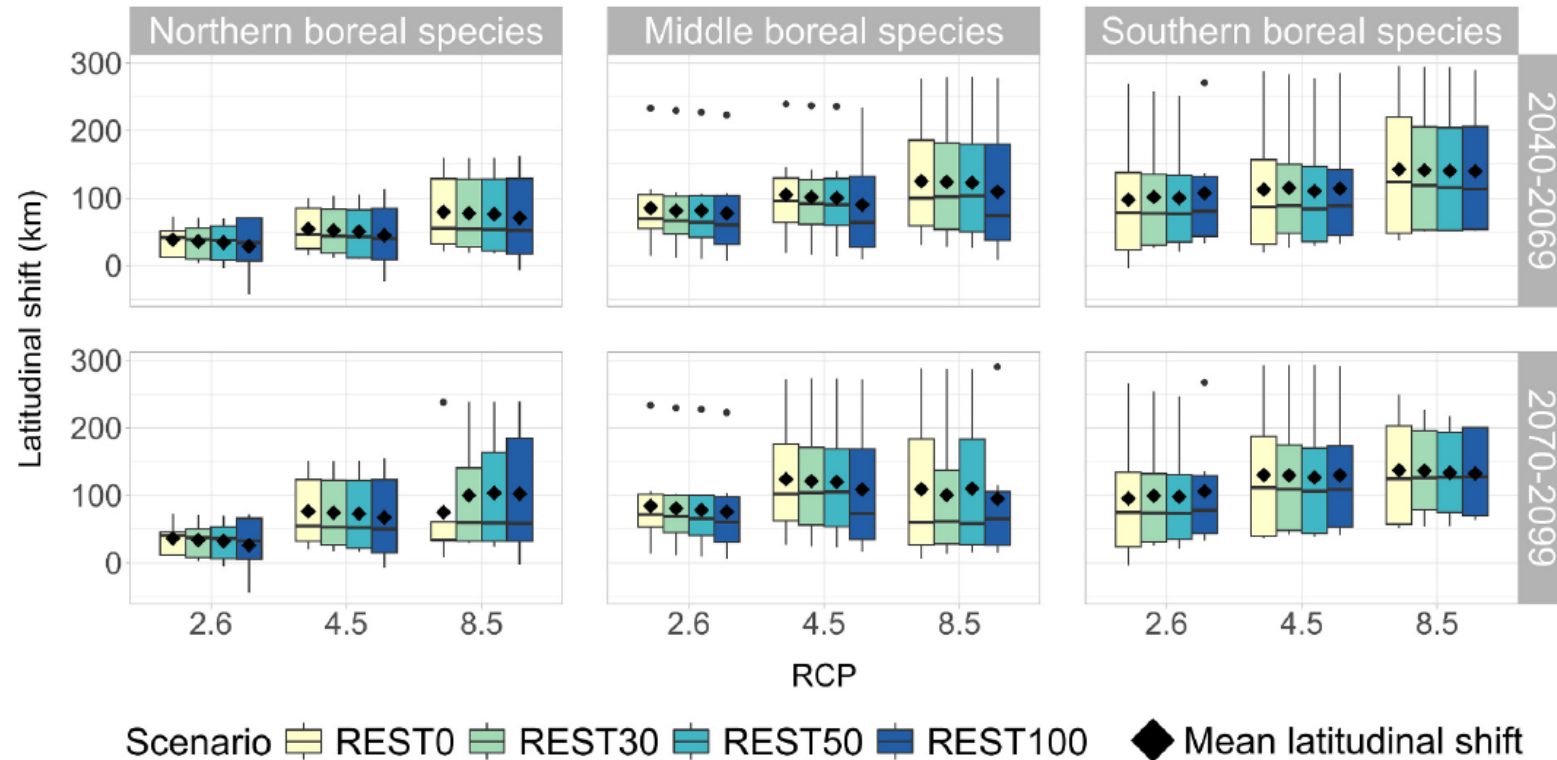
Ennustemallit uhanalaisten lajien kehittymisestä ennallistamisen jälkeen

- Hypoteettinen ennallistaminen 0 – 100%
- Jos 15% ojitetuista soista ennallistettaisiin
 - 78% 48 lajista hyötyisi
 - Suotuisan elinympäristön pinta-ala kasvaisi 9%
- Jos 100% ennallistettaisiin
 - 90% lajeista hyötyisi
 - Suotuisa alue kasvaisi 4-kertaiseksi
- Tärkein selittäjä: ojitusaste
 - Lajista riippuen myös: avoimuus, lämpösumma, kallioperä, mänty / kuusi jne.

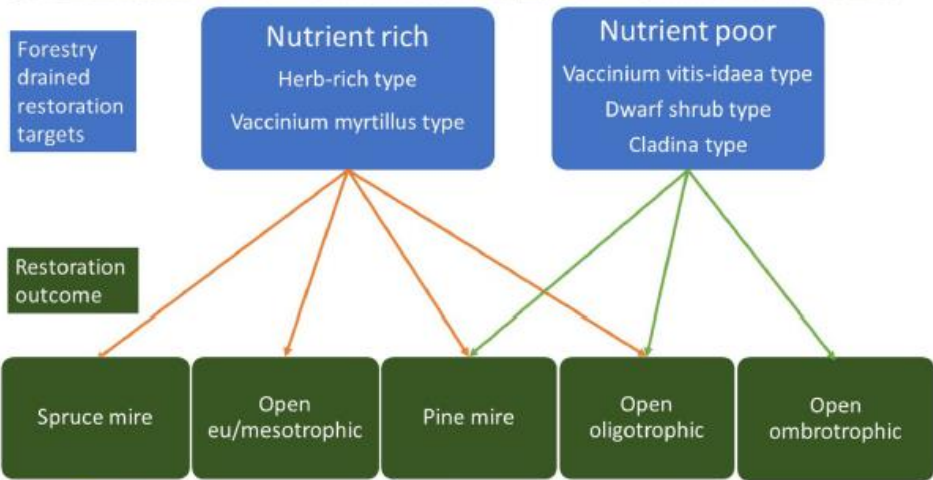


Ennallistaminen voi hidastaa ilmastonmuutoksen oletettuja vaikutuksia monimuotoisuuteen

- Ennallistaminen: suotuisan elinympäristön pinta-ala kasvaa
- Lämpeneminen: etelä- ja keskiboreaalin lajisto siirtyy pohjoiseen, pohjoisen lajiston elinympäristöt pienenevät
- Ennallistaminen + lämpeneminen siirtää suotuisia elinympäristöjä pohjoisemmaksi
- Mutta: kun lämpötila kohoaa paljon, ennallistaminenkaan ei enää auta, etenkin pohjoisessa



Ennallistamispolut: soita voidaan ennallistaa eri tiloihin

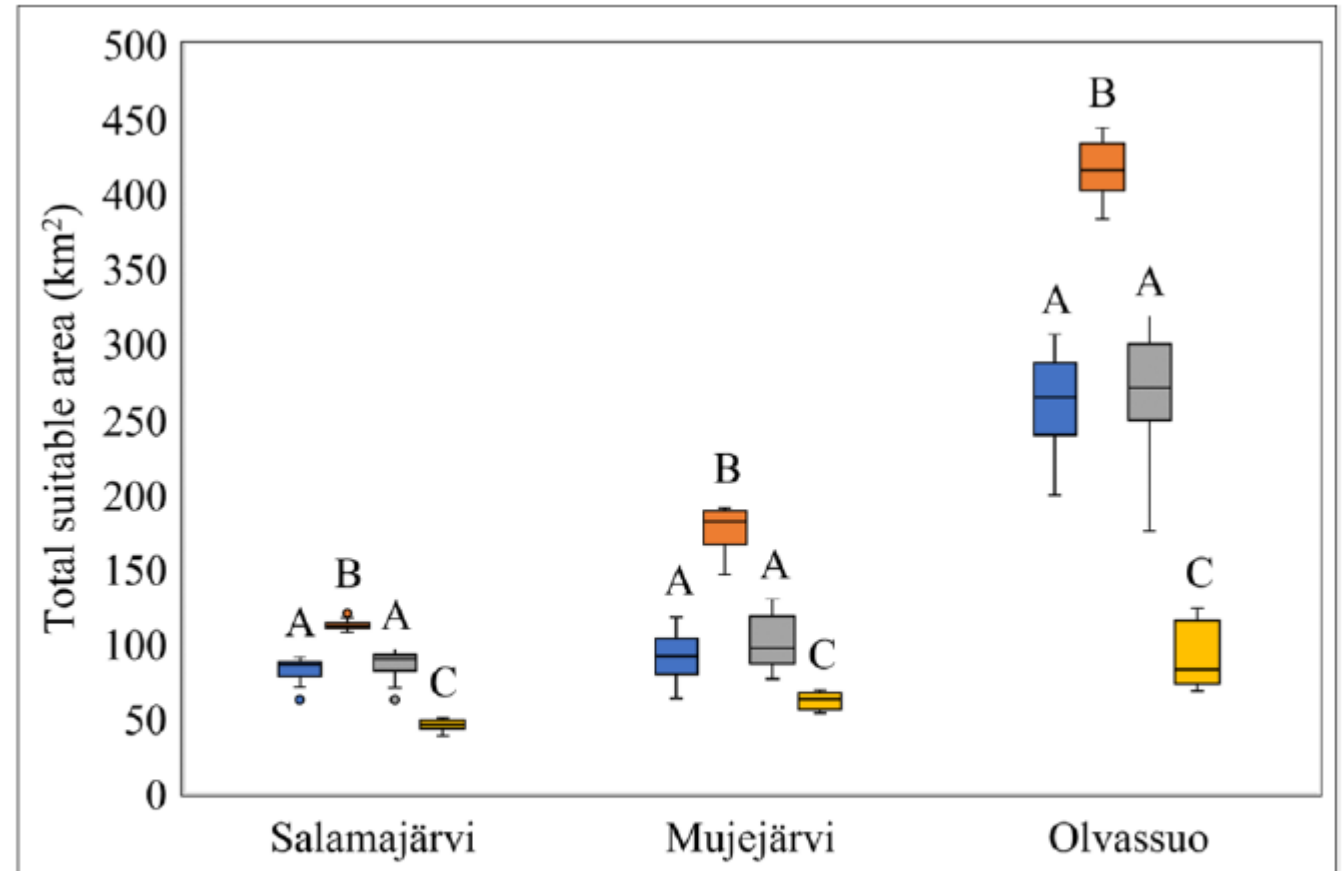


Ennallistamispolku	Ilmastonmuutoksen hillintä-potentiaali	Monimuotoisuus	Veden laatu	Toimenpiteiden riskit epäonnistua	Saatavuus ennallistamiseen	Talousvaikutukset
NR -> KORPI	Green	Green	Green	Red	Red	Grey
NR -> RÄME	Green	Yellow	Green	Green	Red	Grey
NR -> LETTO	Yellow	Green	Green	Yellow	Red	Grey
NP -> RÄME	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Grey
NP-> NEVA	Red	Green	Green	Green	Green	Grey

Miten soiden käyttö vaikuttaa uhanalaisten lajien suotuisan elinympäristön ennustettuun pinta-alaan?

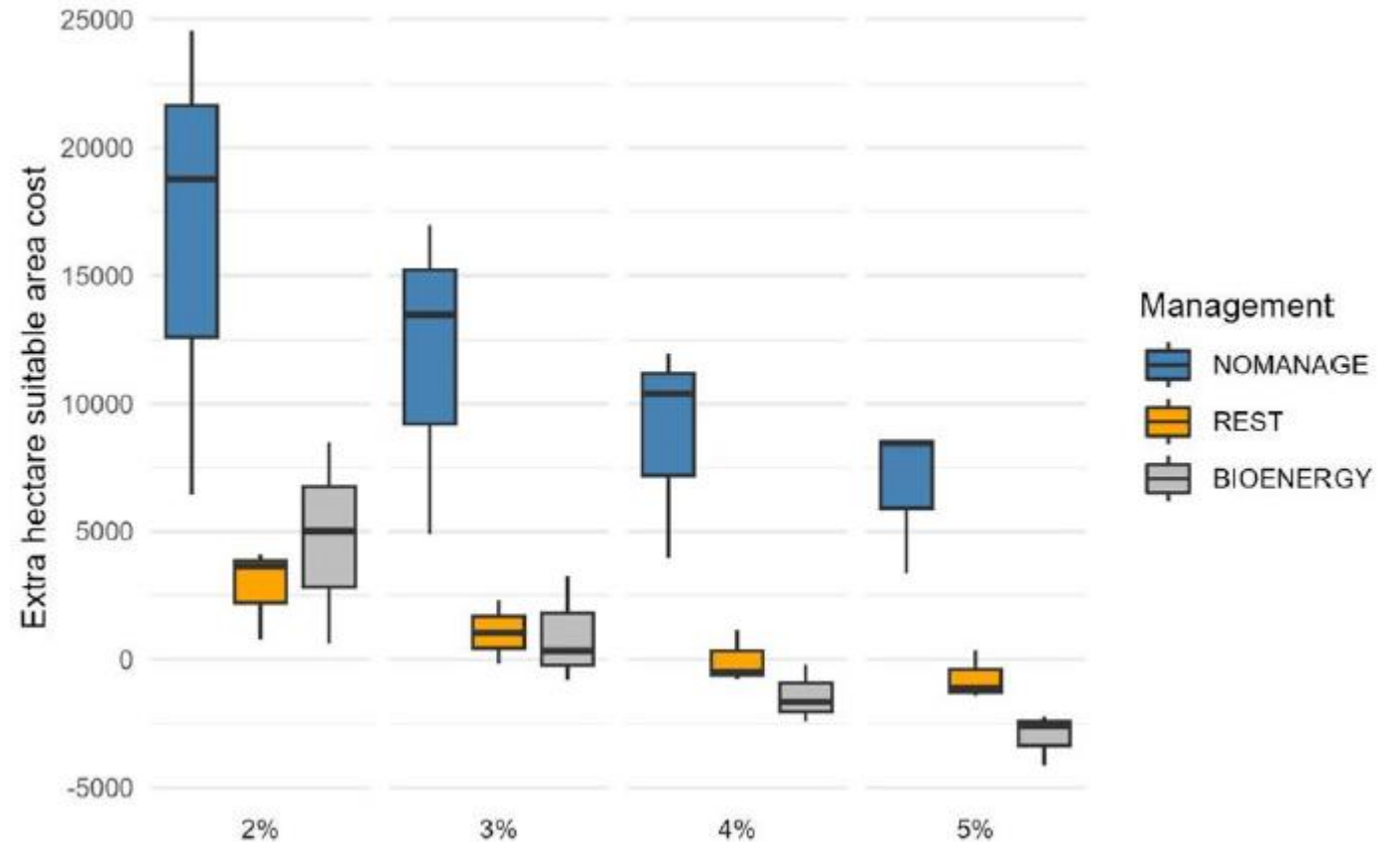
Vertailu:

- Ei toimenpiteitä
 - Ennallistaminen
 - Bioenergia
 - Puuntuotanto
-
- Ennallistaminen paras
 - Puuntuotanto huonoin



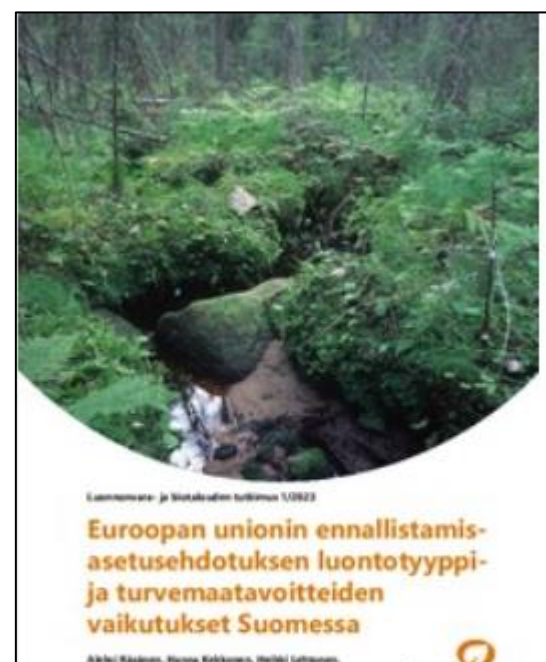
Yhden suotuisan lisähehtaarin kustannukset

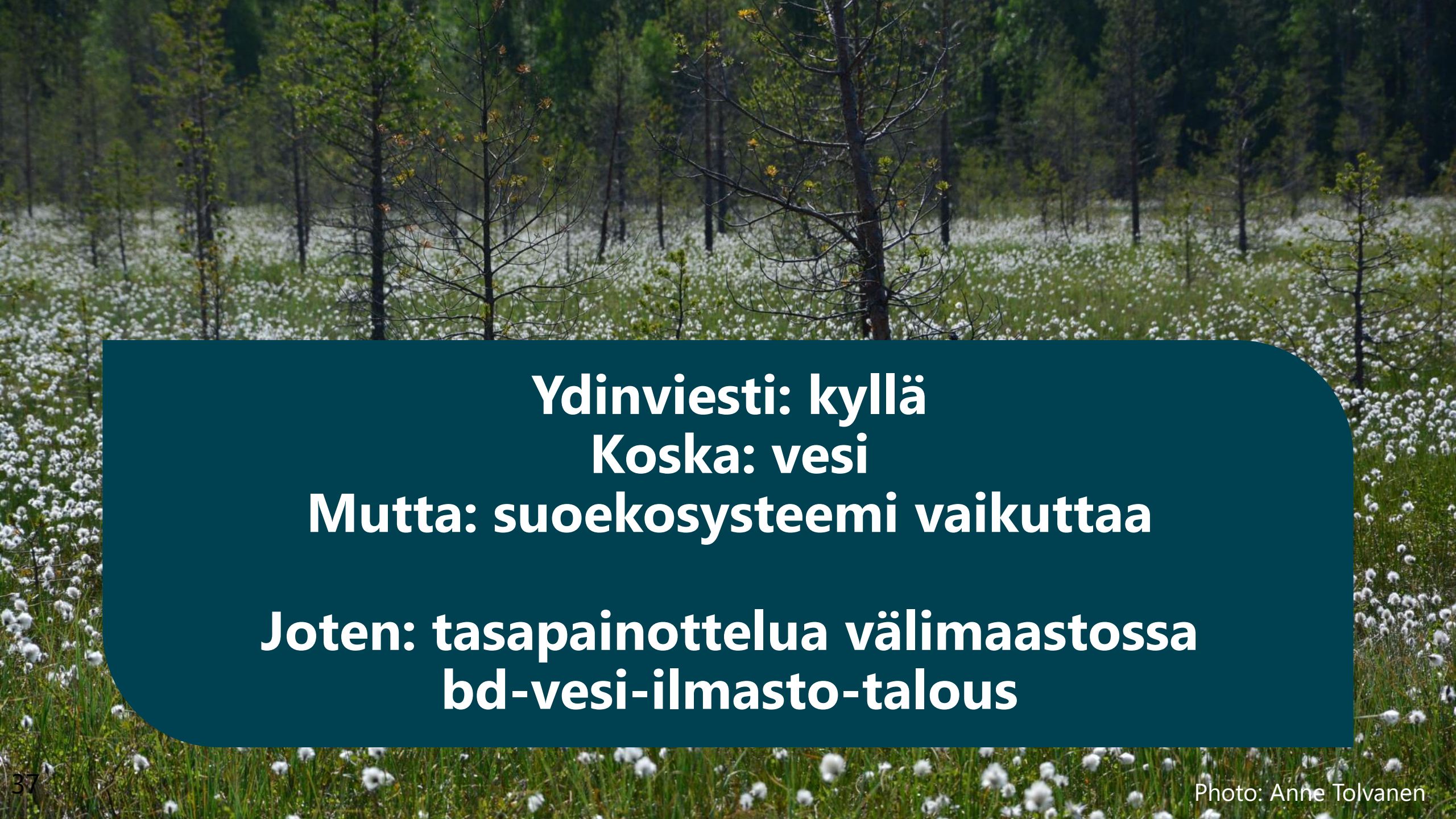
- Verrattuna puuntuotantoon
- Ennallistaminen ja bioenergia edullisimmat
- "Ei toimenpiteitä" kallein!
- Negatiiviset arvot: win-win-tilanne!
 - ennallistaminen on kannattavaa, kun korkotasoa on suuri



Mitä tiedetään ennallistamisasetuksen kustannusvaikutuksista Suomessa?

- Suuria epävarmuuksia (Kareksela et al. 2022, Räsänen et al. 2023)
- Ennallistamis-pinta-ala: 370 – 900 tuhatta hehtaaria
- Suorat kustannukset: 1164-2458 milj. euroa
 - 233 – 492 milj. eur / vuosi (2025-2030)
 - 47 – 98 eur / henkilö / vuosi (2025-2030)
 - **Huom!** Maksuhalukkuus 90 – 162 eur / henkilö / vuosi (Mäntymaa et al. 2024)
- Epäsuorat kustannukset, muut ennallistamistavat, ennallistamisen taloudelliset hyödyt: ei tietoa





**Ydinviesti: kyllä
Koska: vesi
Mutta: suoekosysteemi vaikuttaa
Joten: tasapainottelua välimaastossa
bd-vesi-ilmasto-talous**

Kirjallisuus

- Christiani et al. 2025. Negative effects of climate warming on red-listed boreal peatland plant species can be mitigated through restoration. *Biological Conservation* <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2025.111126>
- Elo M. et al. (2024) Restoration of forestry-drained boreal peatland ecosystems can effectively stop and reverse ecosystem degradation. *Commun Earth Environ* 5(1): 680. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01844-3>
- Kaakinen, E. et al. (toim.) 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Osa I – tulokset ja arvioinnin perusteet. *Suomen ympäristö 5/ 2018*. s. 117–170. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4816-3>
- Kareksela ym. 2021. Soiden ennallistamisen suoluonto-, vesistö- ja ilmastovaikutukset. *Suomen luontopaneelin julkaisuja 3B/2021*.
- Kareksela et al. 2022. Esiselvitys Euroopan Unionin ennallistamislakialoitteen vaikutuksista Suomessa. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 23/2022*. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 32 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/551708>
- Laiho, R., Tuominen, S., Kojola, S., Penttilä, T., Saarinen, M. & Ihalainen, A. 2016. Heikkotuottoiset ojitetut suometsät – missä ja paljonko niitä on? *Metsätieteen aikakauskirja 2/2016*: 73–93. Saatavissa: <https://doi.org/10.14214/ma.5957>
- Laine et al. 2024. Climate change mitigation potential of restoration of boreal peatlands drained for forestry can be adjusted by site selection and restoration measures. *Restoration Ecology* 32(7): e14213. <https://doi.org/10.1111/rec.14213>
- Mäntymaa et al. 2024. People are willing to pay for climate- and biodiversity-friendly policies in Finland: opportunities of wind power, forest management, and peatland restoration. *Journal of Environmental Planning and Management*. <https://doi.org/10.1080/09640568.2024.2364763>
- Rana et al. 2024. Cost-efficient management of peatland to enhance biodiversity in Finland. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52964-x>
- Räsänen et al. 2023. Euroopan unionin ennallistamisasetusehdotuksen luontotyyppi- ja turvemaatavoitteiden vaikutukset Suomessa. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 1/2023*. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 76 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/552939>
- Tolvanen, A., Saarimaa, M., Tuominen, S., Aapala, K., 2020. Is 15% restoration sufficient to safeguard the habitats of boreal red-listed mire plant species? *Global Ecology and Conservation* 23, e01160. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01160>.

Kiitos!



luke.fi

Huomioidaanko pienimmätkin?

Miten suon
mikrobiston toiminta
muuttuu vettämisessä?

Jenni Hultman

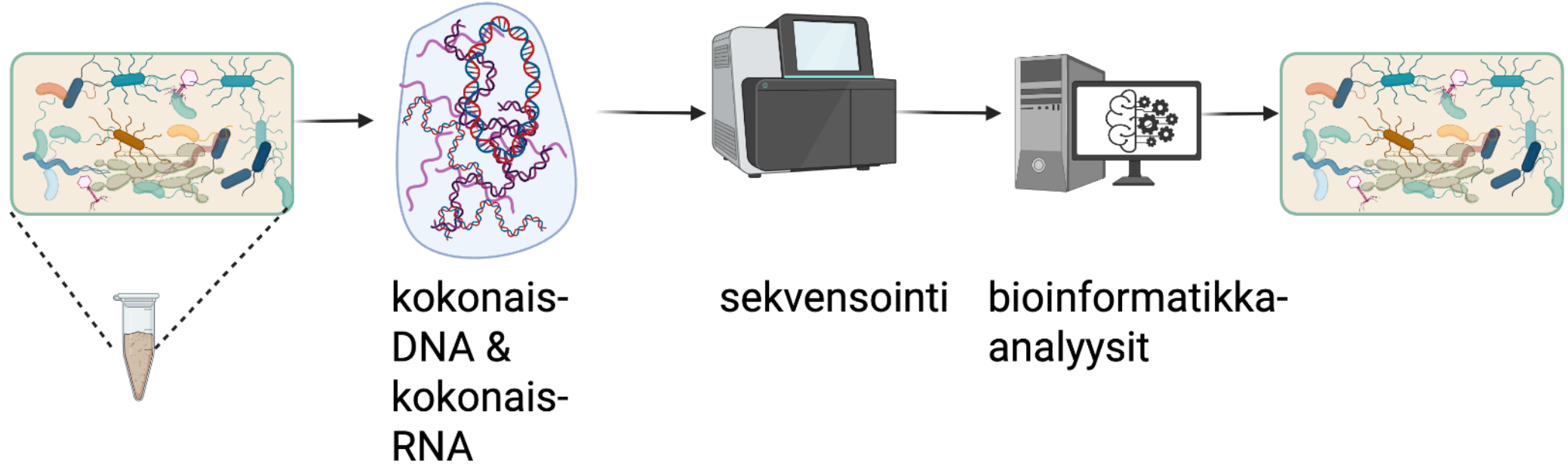
Maaperäekosysteemit





**Aineet eivät kierrä, vaan mikrobit kierrättävät
niitä aineenvaihdunnassaan**

Metagenomiikka



Metagenomiikka

Kaikki DNA

Mitä lajeja näytteessä on?

Mitä näytteen lajit voivat tehdä?

Genomien kasaaminen DNA:sta

Metatranskriptomiikka

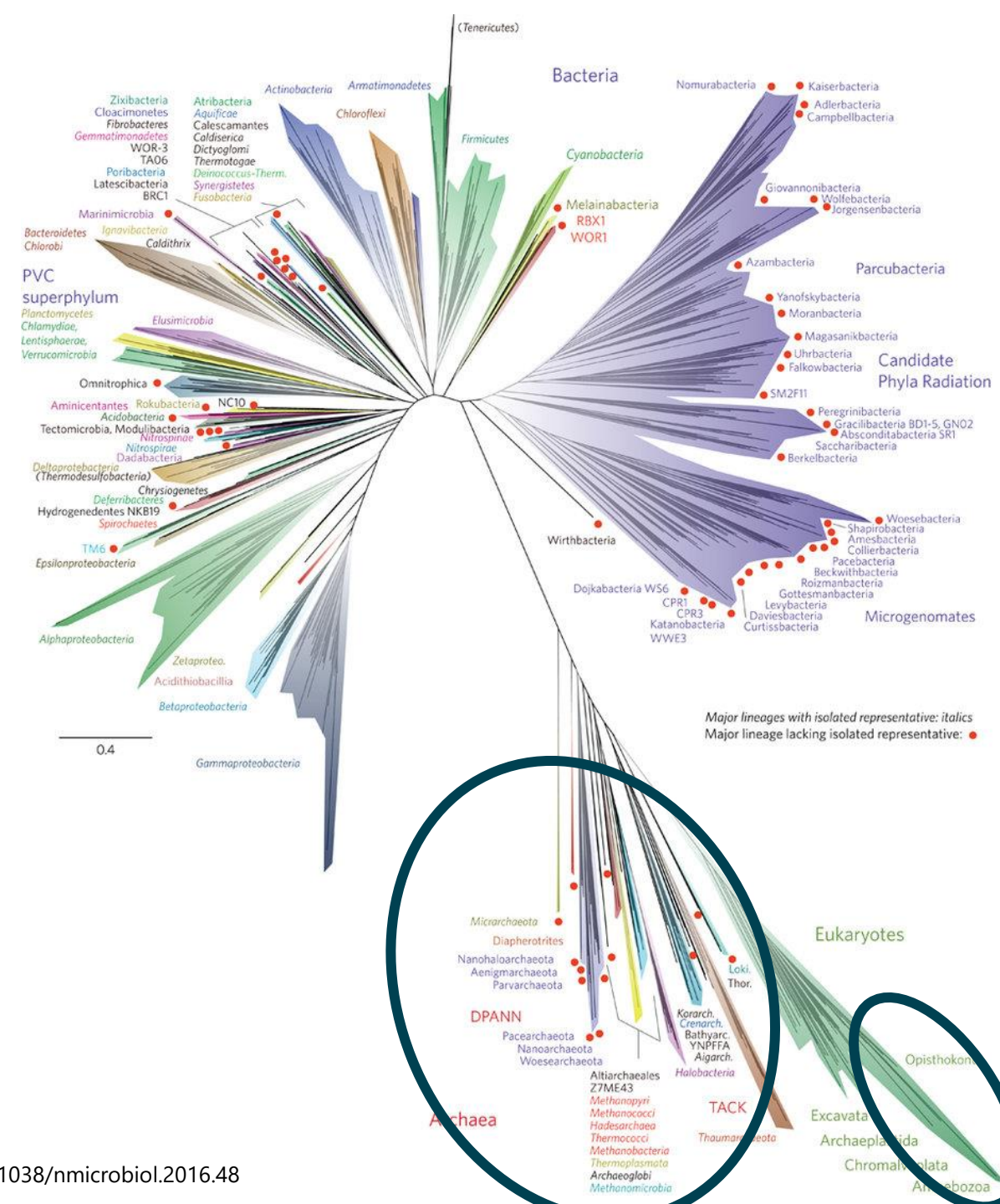
Kaikki RNA

Mitkä lajit ovat aktiivisia

Mitä geenejä tuotetaan, mitä mikrobit tekevät näytteenottohetkellä?

Mikrobien monimuotoisuus ylittää kaikki muut eliöryhmät

- Vain pieni osa kasvaa kasvatusalustoilla
- DNA-pohjaisten metagenomiikkamenetelmien avulla tietoa viljelemättömistä bakteereista
- Elämän puu, ● punaisella pisteellä merkityt havaittu vain DNA-menetelmin



LIFE PeatCarbon alat Pallaksella



Matorovansuo

Valuma-alue 556 ha

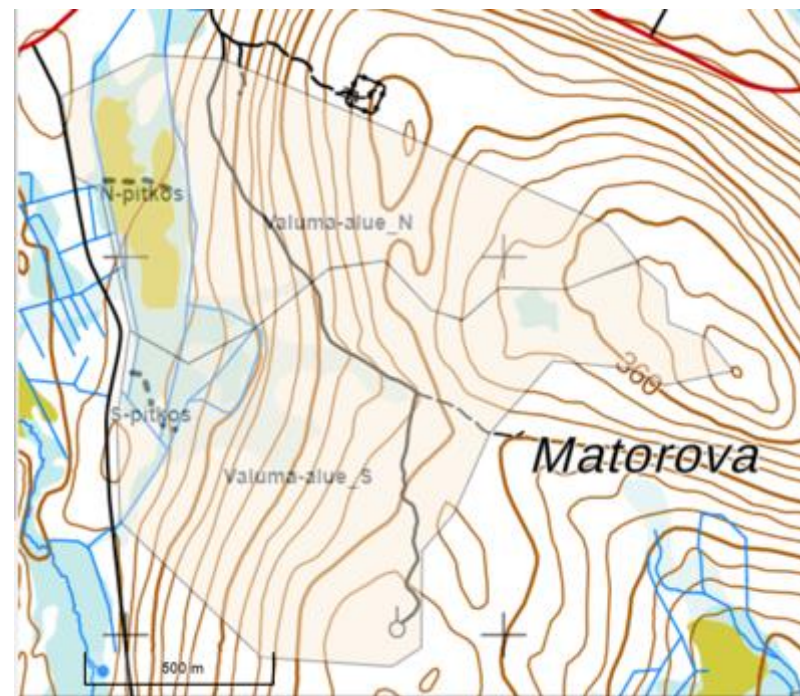
Ennallistettu alue 183 ha



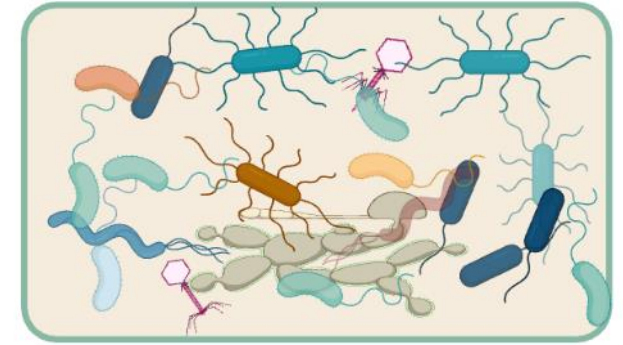
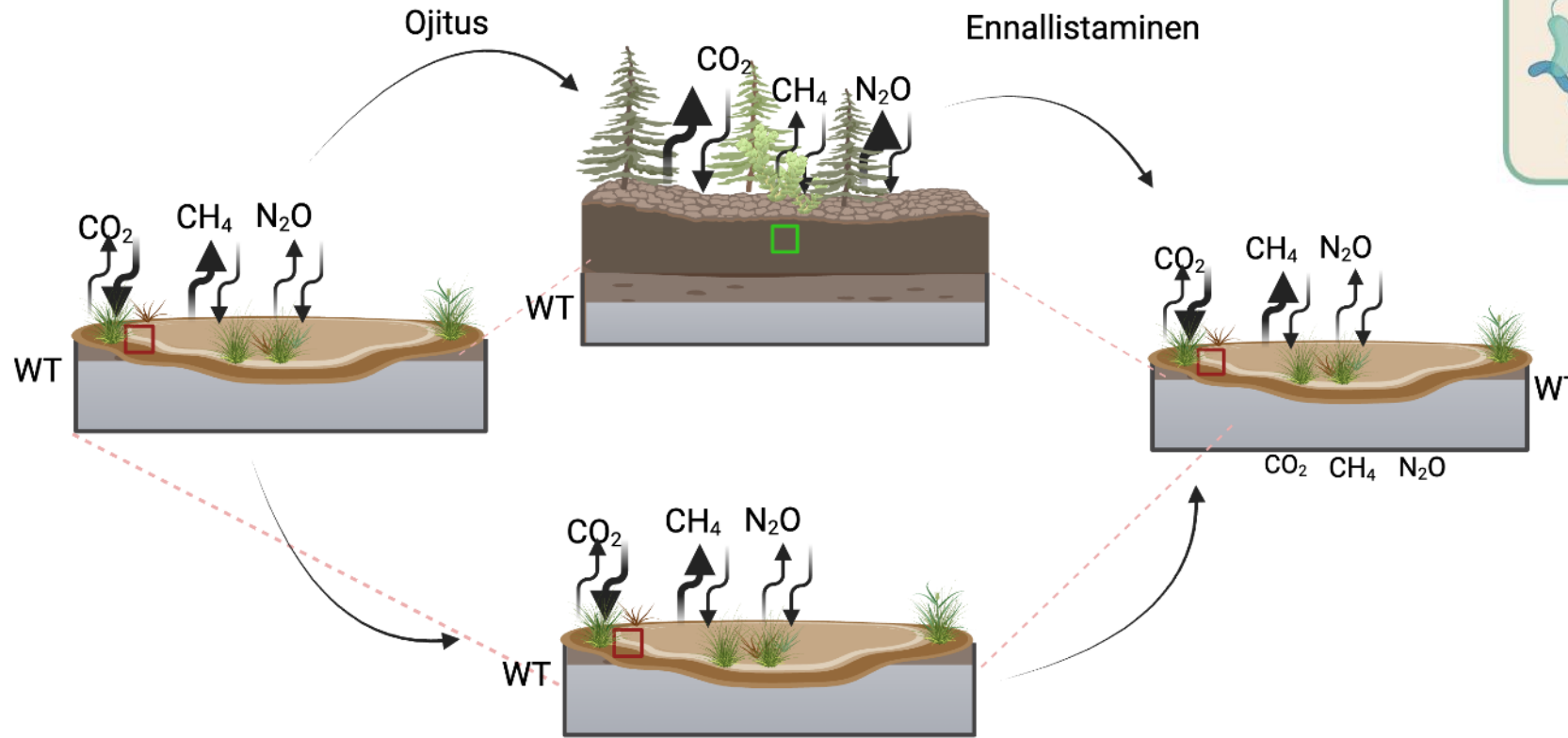
Välisuo

Valuma-alue 156 ha

Ennallistettu alue 24 ha



Mietitään mikrobimittakaavaa



- Ojitus kuivattaa suon ja muuttaa olosuhteet hapettomista -> hapellisiksi
- Soiden hapettomien olojen mikrobit eivät selviä
- Ennallistaminen: palaavatko alkuperäiset lajit ja niiden toiminnot? Resilienssi



 Luke



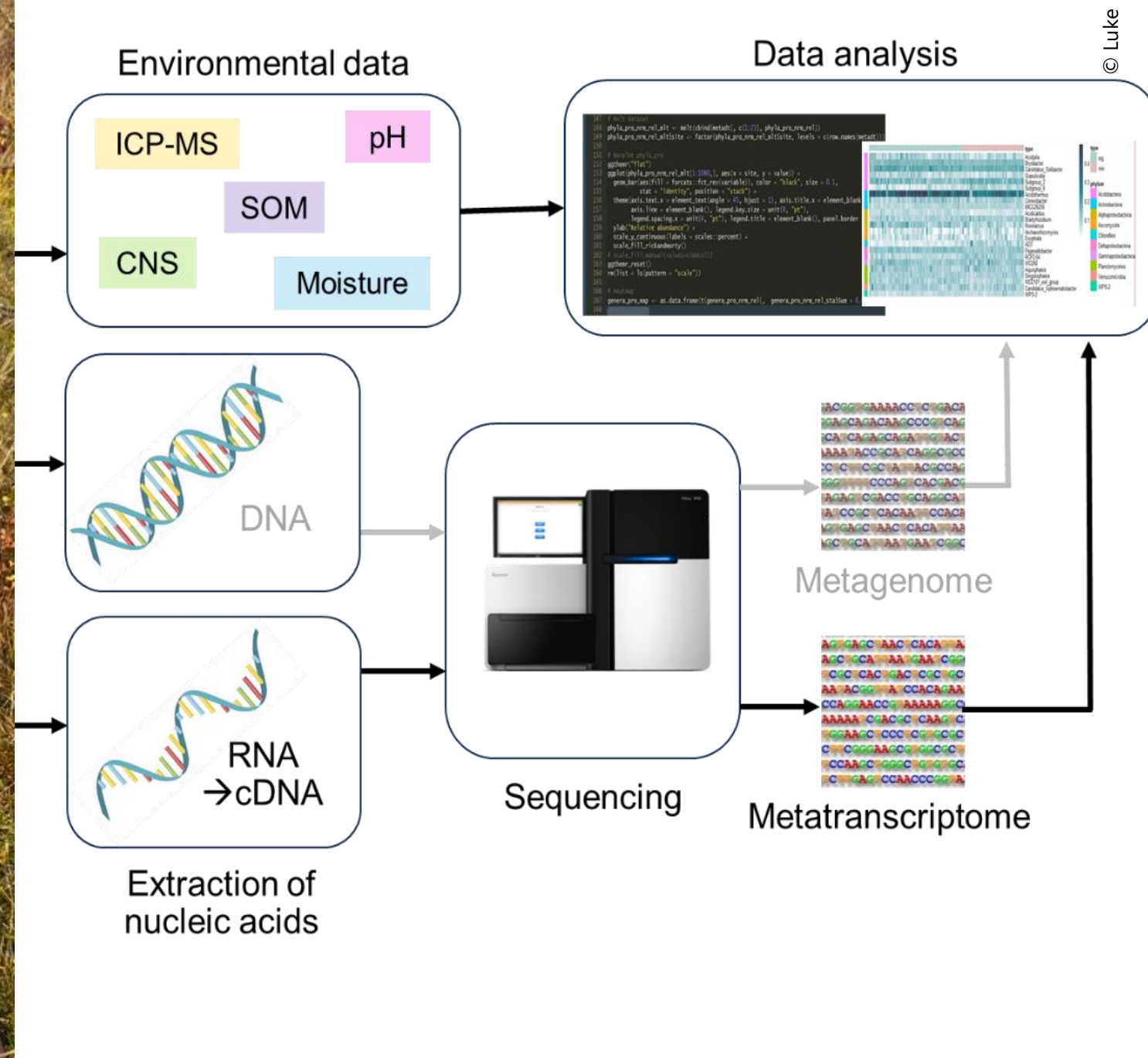

Luke

Pallakseen hiilen ennallistamisen mon...

**Mikrobit tuottavat
ja käyttävät
kasvihuonekaasuja
ja ovat vastuussa
niiden kierrosta**

- Mo...
- ...sa lumettomaan
 - ka...
 - ravint...
 - hydrologiaa
 - Mikrobiyhteisöjä ja niiden aktiivisuutta





Aloilla oli paremmin ojitettuja ja vähemmän ojitettuja alueita



Metatranskriptominen RNA

Kaksi suota

Matorovansuo ja Välisuo

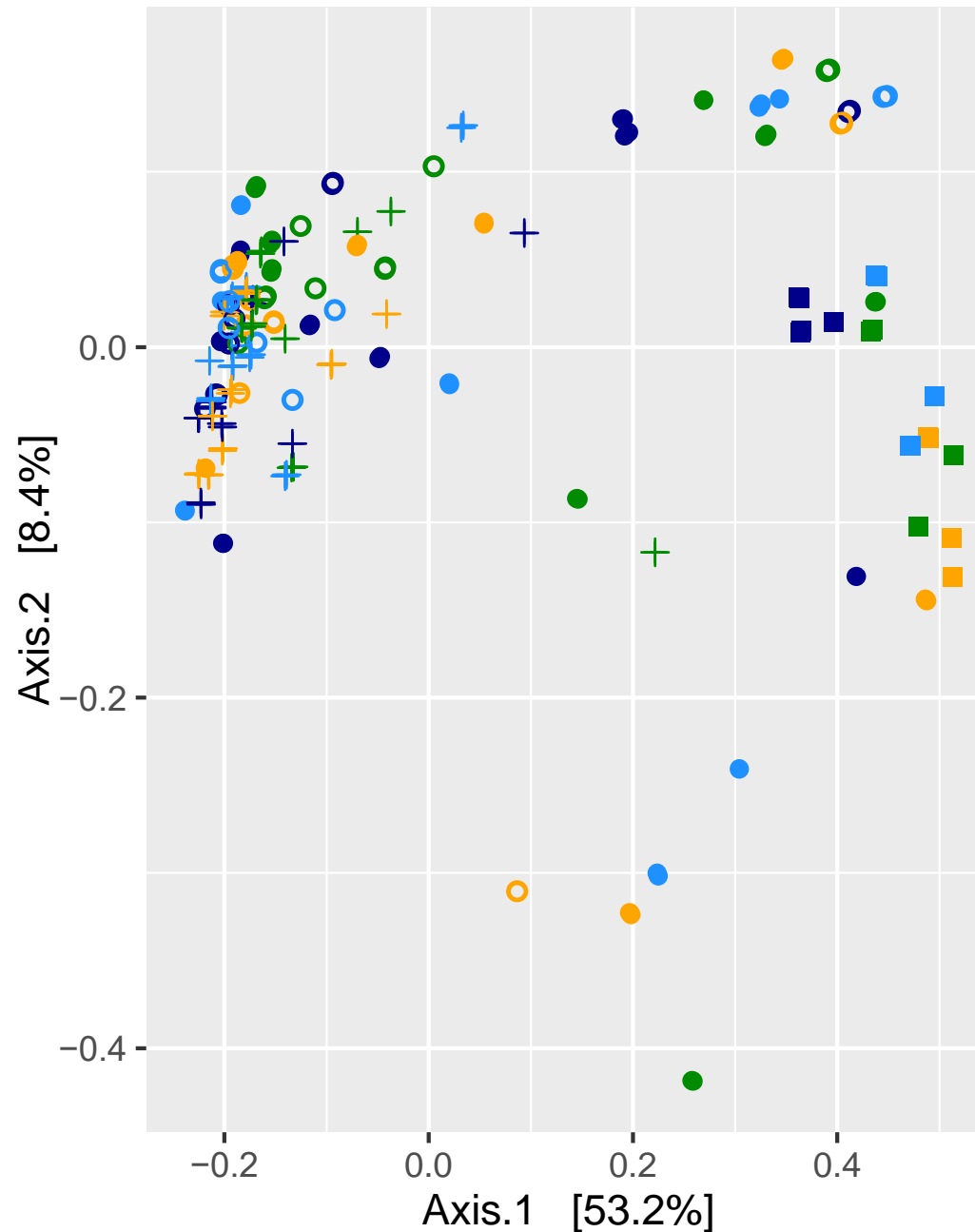
Näytteet

kesäkuu

heinäkuu

elokuu

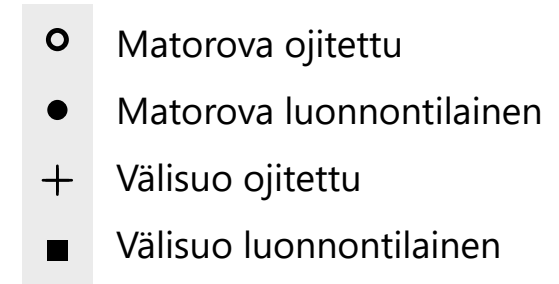
syyskuu



time

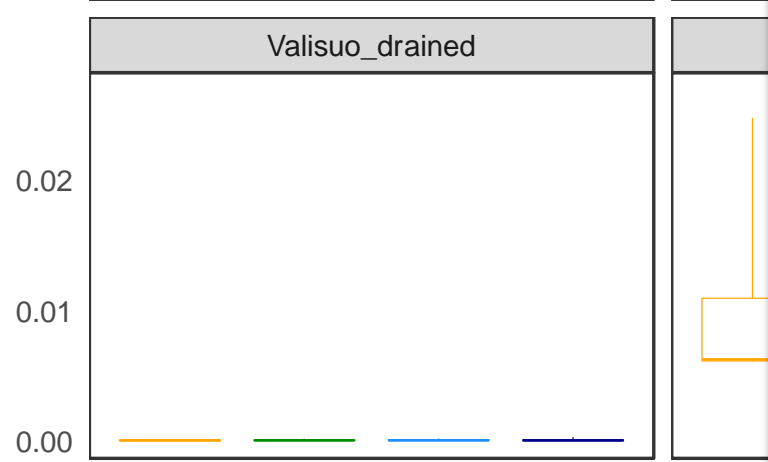
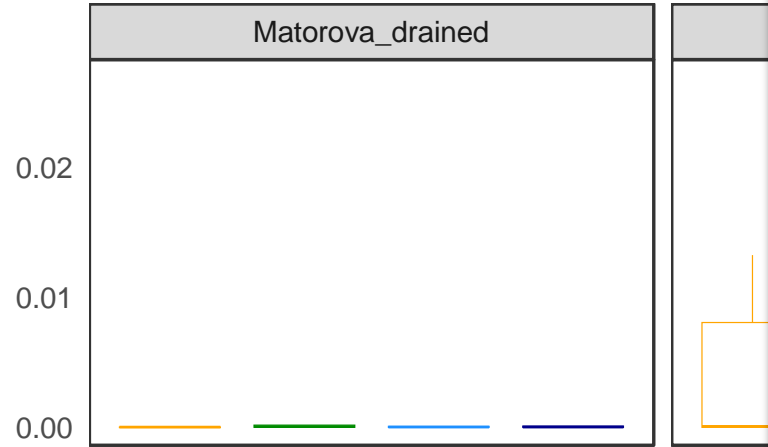


location



Metaanin kiertoon liittvät aeenit

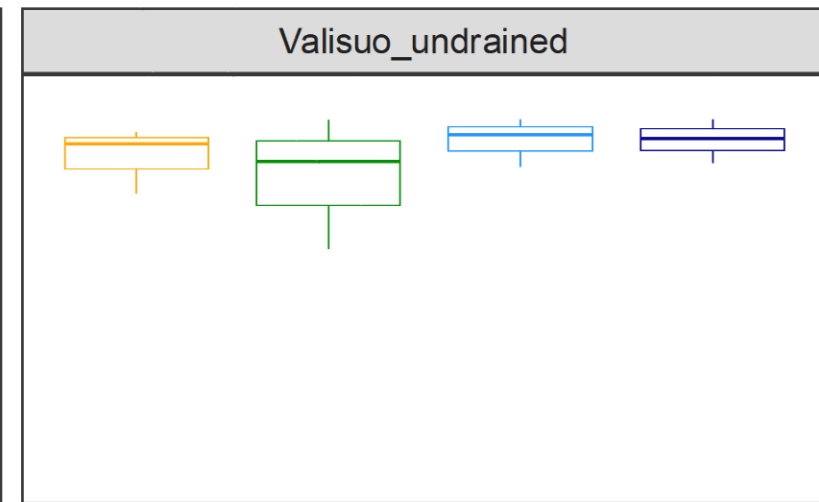
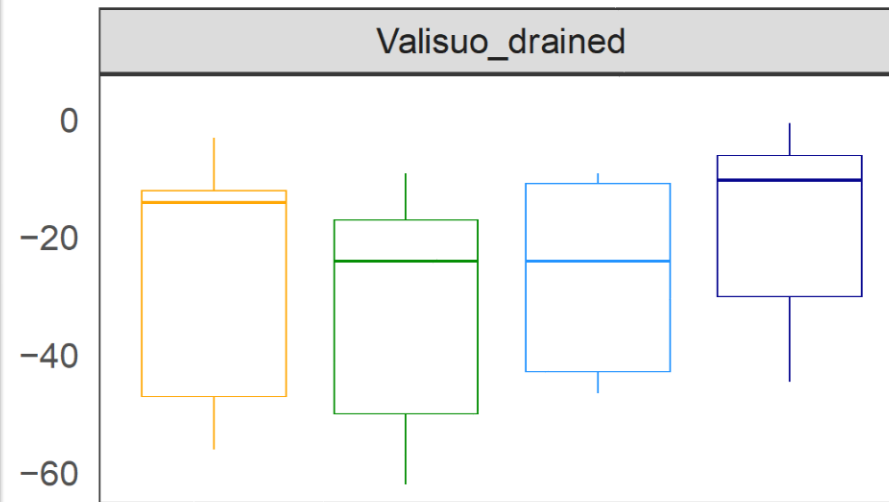
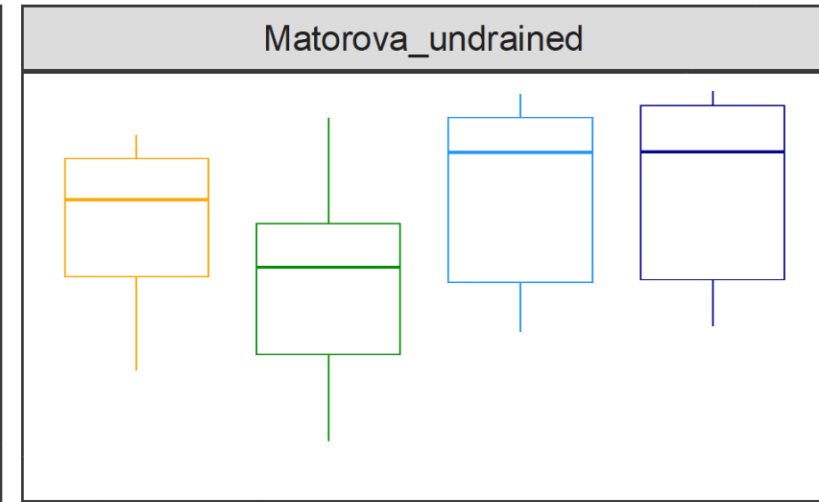
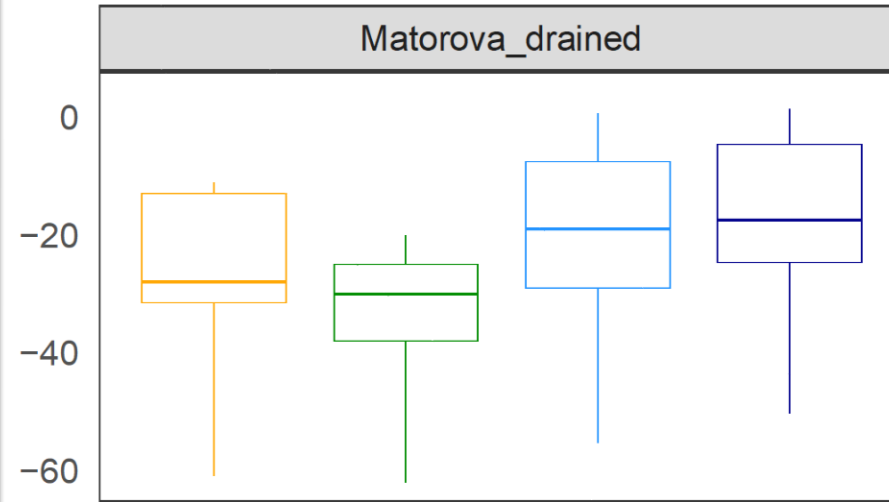
mcrA Metaanin tuotanto







Ojitettu

time  6_June  7_July  8_August  9_September

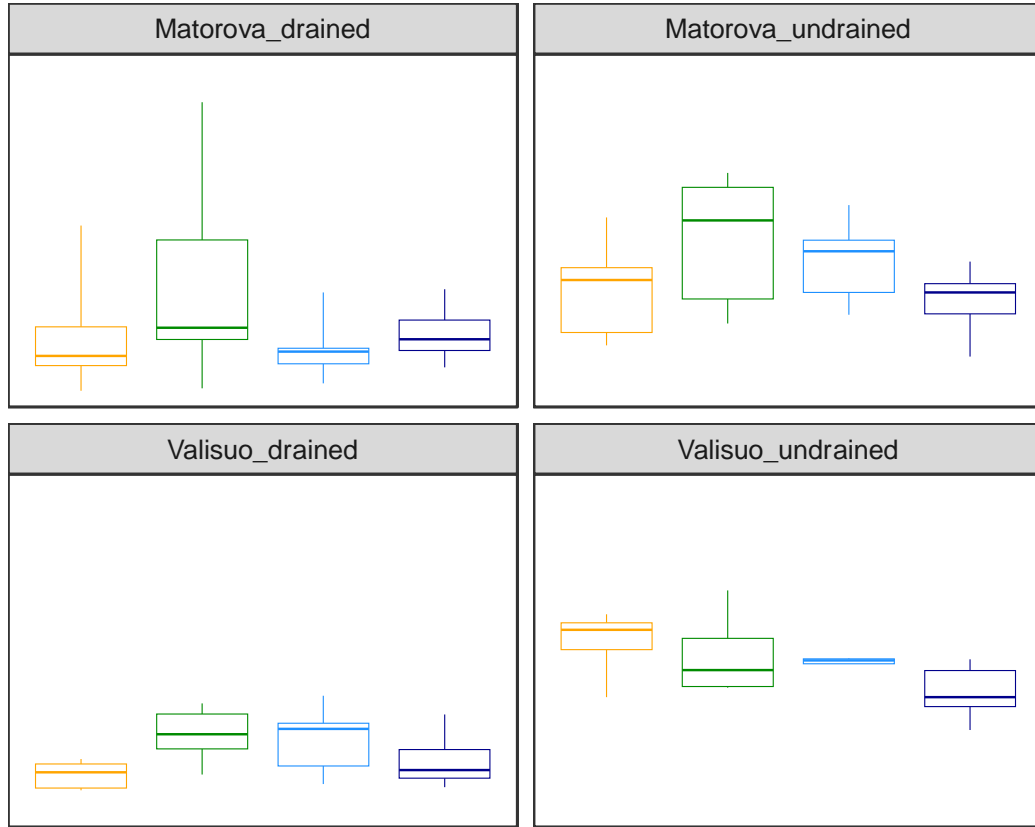
WT cm



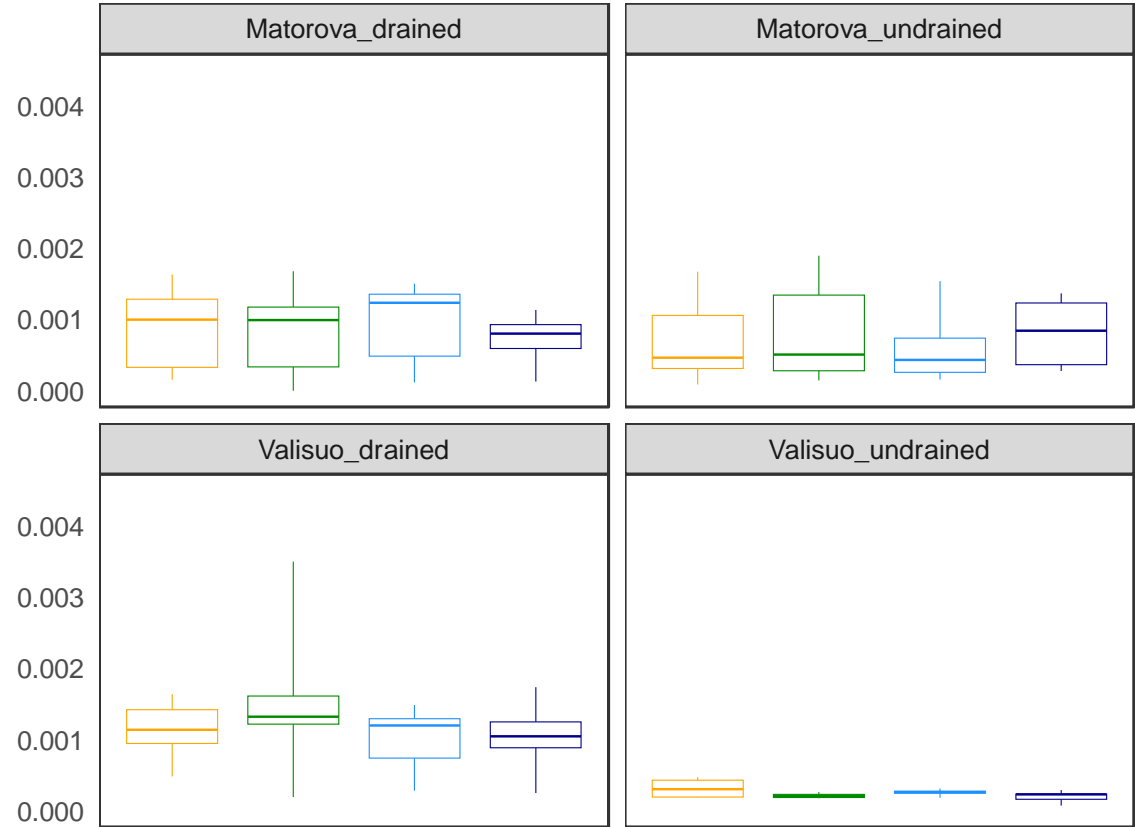
month  6_June  7_July  8_August  9_September

Hivenkaasut? Vety, CO, metaani

NiFe



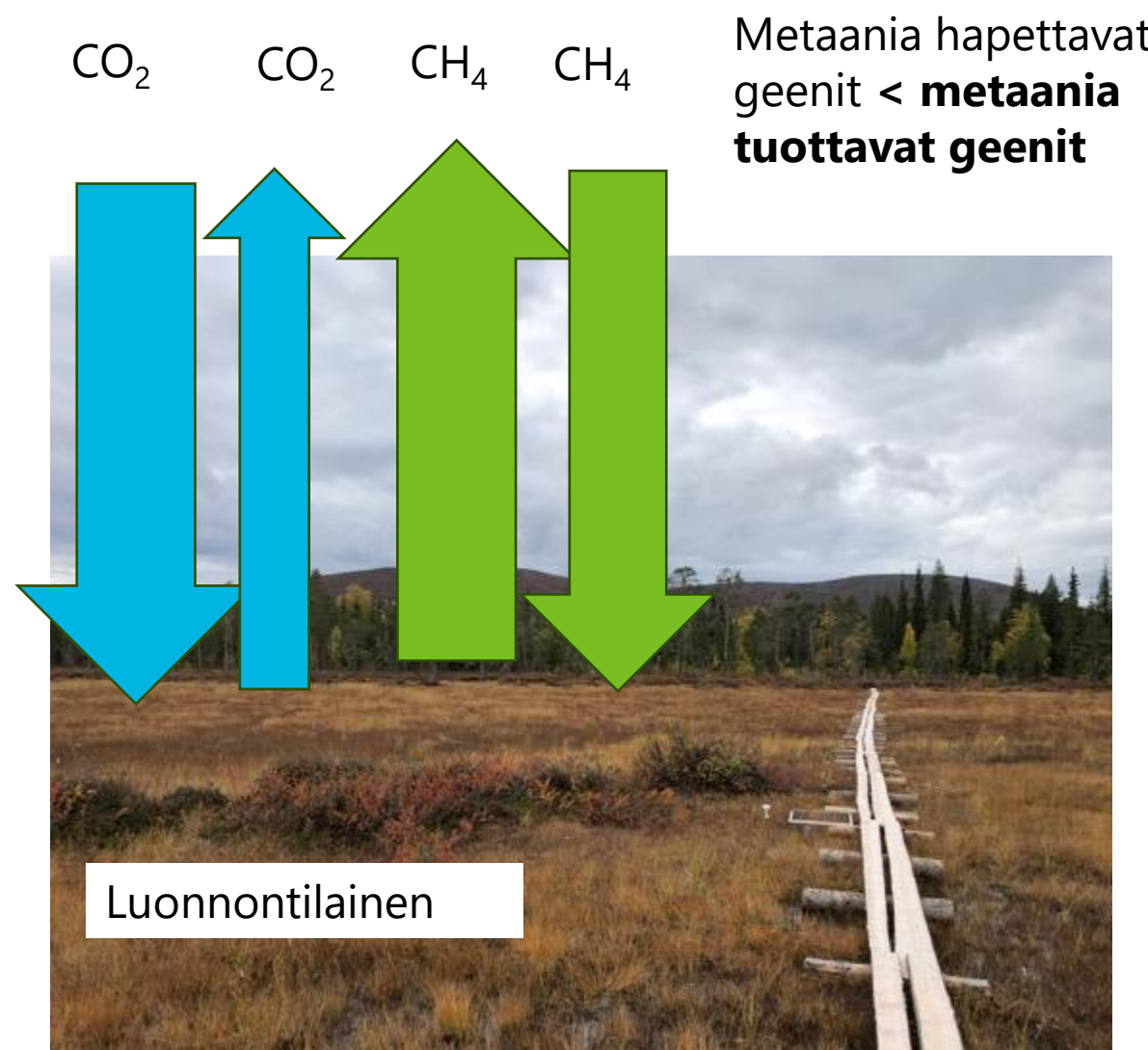
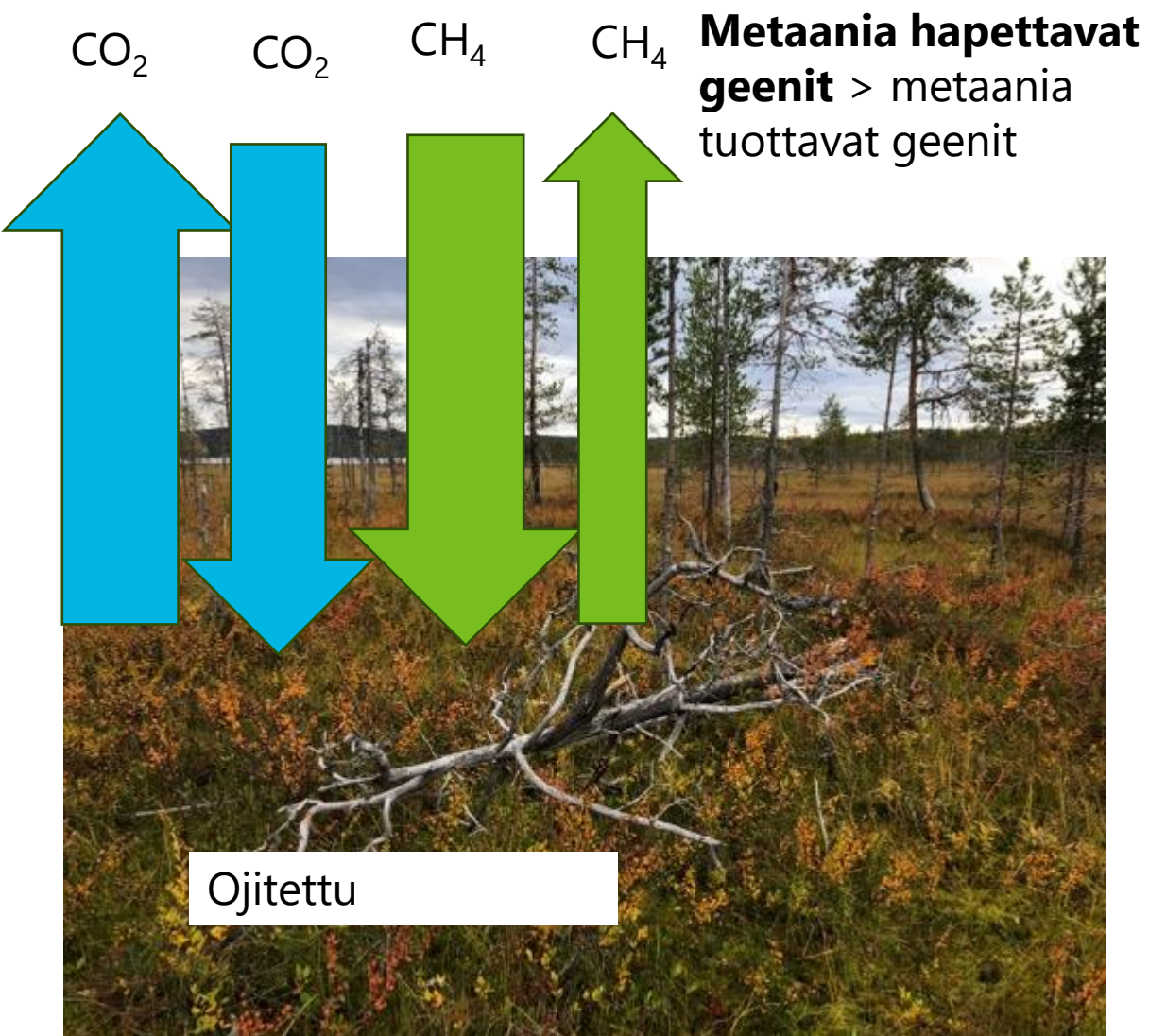
CoxL



time 6_June 7_July 8_August 9_September

time 6_June 7_July 8_August 9_September





Mallit?



Mikrobit



Hydrologia



Kasvihuonekaasut



**Mitä tapahtuu
ennallistamisen jälkeen!**

Kasvillisuus ja
traitsit



Kaukokartoitus



Mikroilmasto





Apua uusista menetelmistä?

Kaukokartoituksen avulla voidaan kehittää työkaluja ennallistamisen kohdentamiseen ja vaikutusten arviointiin.

Aura Salmivaara



Minkälaisia ojitettuja suometsiä Suomessa on?

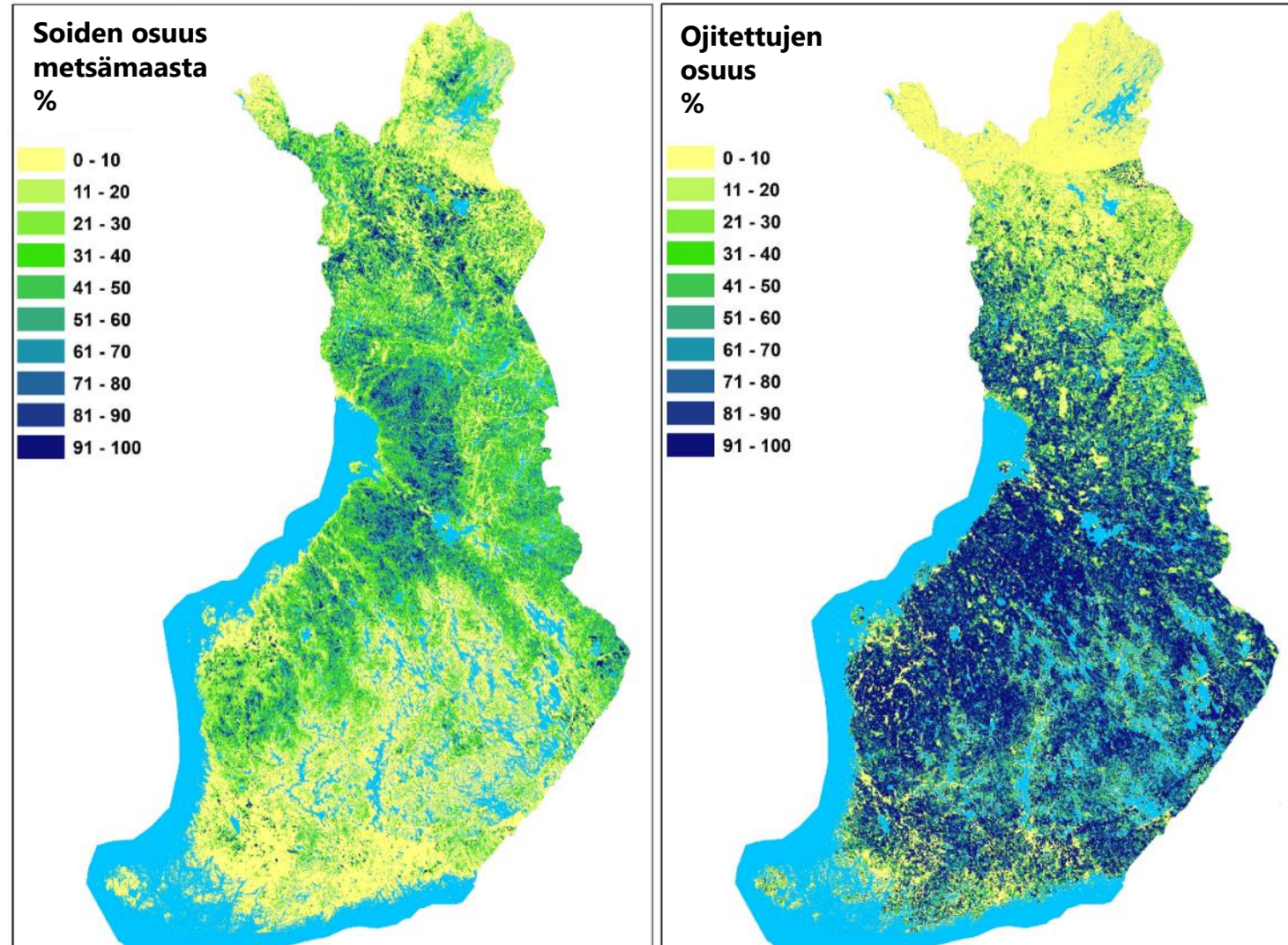
Minkälaisia ojitettuja suometsiä Suomessa on?

Ojitettuja suometsiä on Suomessa paljon, mutta ne eivät ole kaikki samanlaisia

- kolmannes maa-alasta soita ja näistä karkeasti puolet on ojitettu (4,7 milj. ha)

Saatavilla olevia paikkatietoaineistoja hyödyntämällä voidaan koostaa tietoa, joka voi auttaa päätöksenteossa

- Ravinteisuustaso
- Ojitus
- Puuston kehittyminen



Kartta: Sakari Tuominen, aineisto: monilähde-VMI, Mäkisara et al. 2022, Suotyyppien kartoitus Middleton et al. 2023

Miten ennallistamiskohteita voisi kartoittaa?

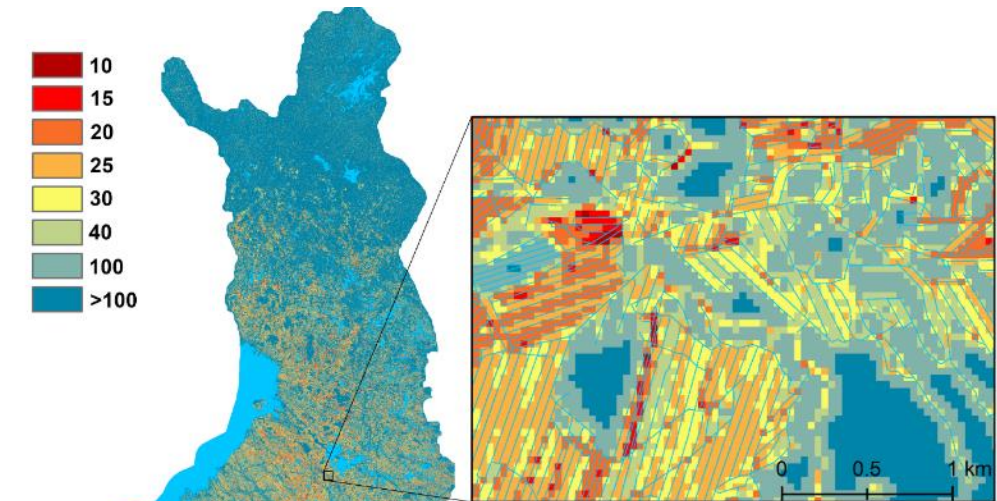
Ennallistamisen kohdentamisessa huomioitavia asioita

- Ravinteisuustaso + suotyyppi
 - Uhanalaisuus
 - Hiilipäästöt
 - Vesistökuormitus
- Sijainti:
 - esimerkiksi suhteessa luonnonsuojelualueisiin nähden
 - valuma-alueella -> Vesitalous
 - Ojitustiheys
 - Sääolosuhteet
- Talous:
 - Puun kasvu / tuottavuus

Table 1. Carbon emissions ($\text{g C m}^{-2} \text{ a}^{-1}$) by soil respiration from drained peatlands. Modified from Minkinen et al. (2007) and Statistics Finland (2022). Middleton et al. (2023), https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/73_2023.pdf.

Name of site type group	Average emission	stdev
Herb-rich type	425.7	25.7
Vaccinium myrtillus type	312.1	20.2
Vaccinium vitis-idaea type	242.3	15.6
Dwarf shrub type	218.9	15.4
Cladina type	185.2	9.1

Etäisyys uomaan [m]



Salmivaara et al. (vertaisarvioinnissa)

Ojitettujen suometsien tuottavuusluokitusaineisto

- Menetelmät ja lähtöaineistot
 - Automaattinen metsikkökuviointi koko Suomeen: Aineistoina ojitetut alueet jotka määritetty vuoden 2016 tilanteen perusteella (MaaTi), kivennäismaa/turvemaaluokitus (MaaTi), Metsäkeskuksen latvusmalli, monilähde-VMI:n puulajikohtaiset tilavuustiedot
 - Tuottavuusluokitus: Tilavuusaikasarja monilähde-VMI 2000–2021 perusteella

Tuottavuusluokka	Kuvaus
1	Huonotuottoinen, tilavuus $<30 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$
2	Tuottava, nuori metsä, tilavuus $<30 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, kasvu $> 1 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{vuosi}^{-1}$
3	Heikosti tuottava, tilavuus $30\text{--}45 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$
4	Kohtalaisen tuottava, tilavuus $45\text{--}60 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$
5	Tuottava, tilavuus $>60 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$

Ojitettujen suometsien tuottavuusluokitusaineisto

Kuvioihin liitettiin lisätietoja:

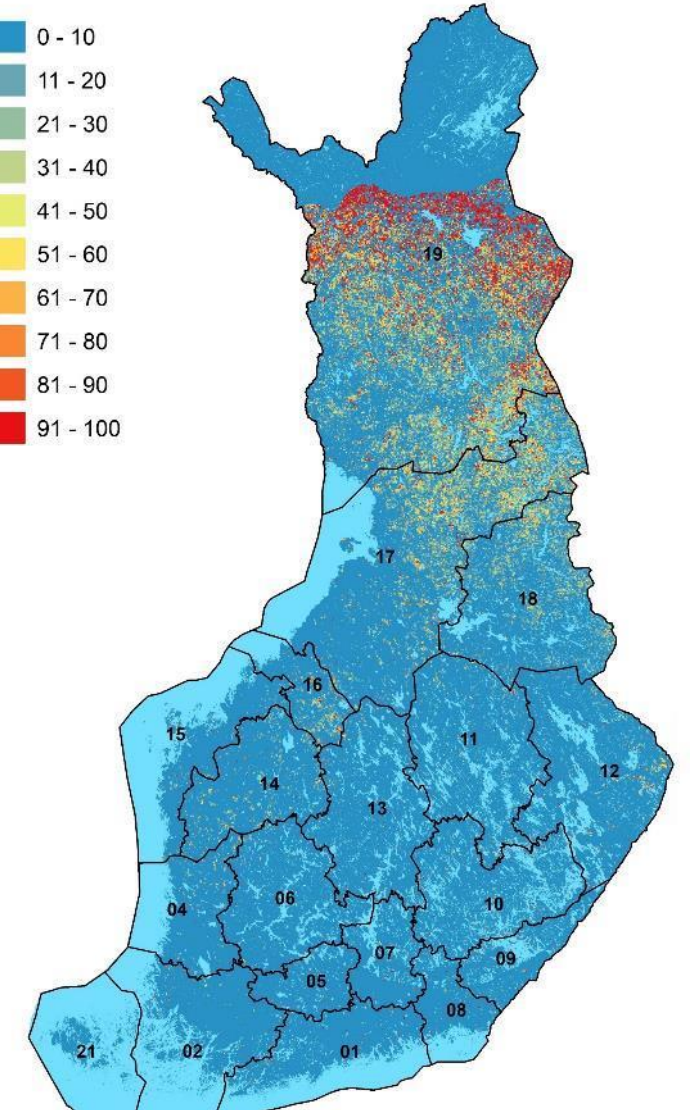
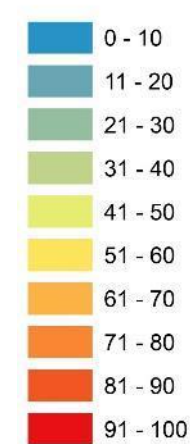
- **Ojitusintensiteetti:** Uusimmat ojat maastotietokannasta joiden perusteella saatiin laskettua ojitustiheys ja sarkaväli
 - mahdollistaa myös jo ennallistettujen (ojat tukittu) kohteiden tunnistamisen poimimalla ne kuviot joiden ojitustiheys on 0m/ha (kuvioiden ojitusstatus perustuu vuoden 2016 tilanteeseen)
 - Tiheästi ojitettujen mutta huonosti tai heikosti tuottavien kohteiden tunnistaminen
- **Ravinteisuustasot:** tärkeää ennallistamisen vaikutusten arviointiin, vesistövaikutusten arviointiin
- **Säähavaintoaineistot:** lämpösummat kahdelta eri tarkastelujaksolta
- Viimeisin **monilähde-VMI tieto puustosta**

Nämä mahdollistavat aineiston jatkokäytön: esimerkiksi mallinnettaessa veden pinnan korkeutta tai ojien tukkimisen seurauksia.

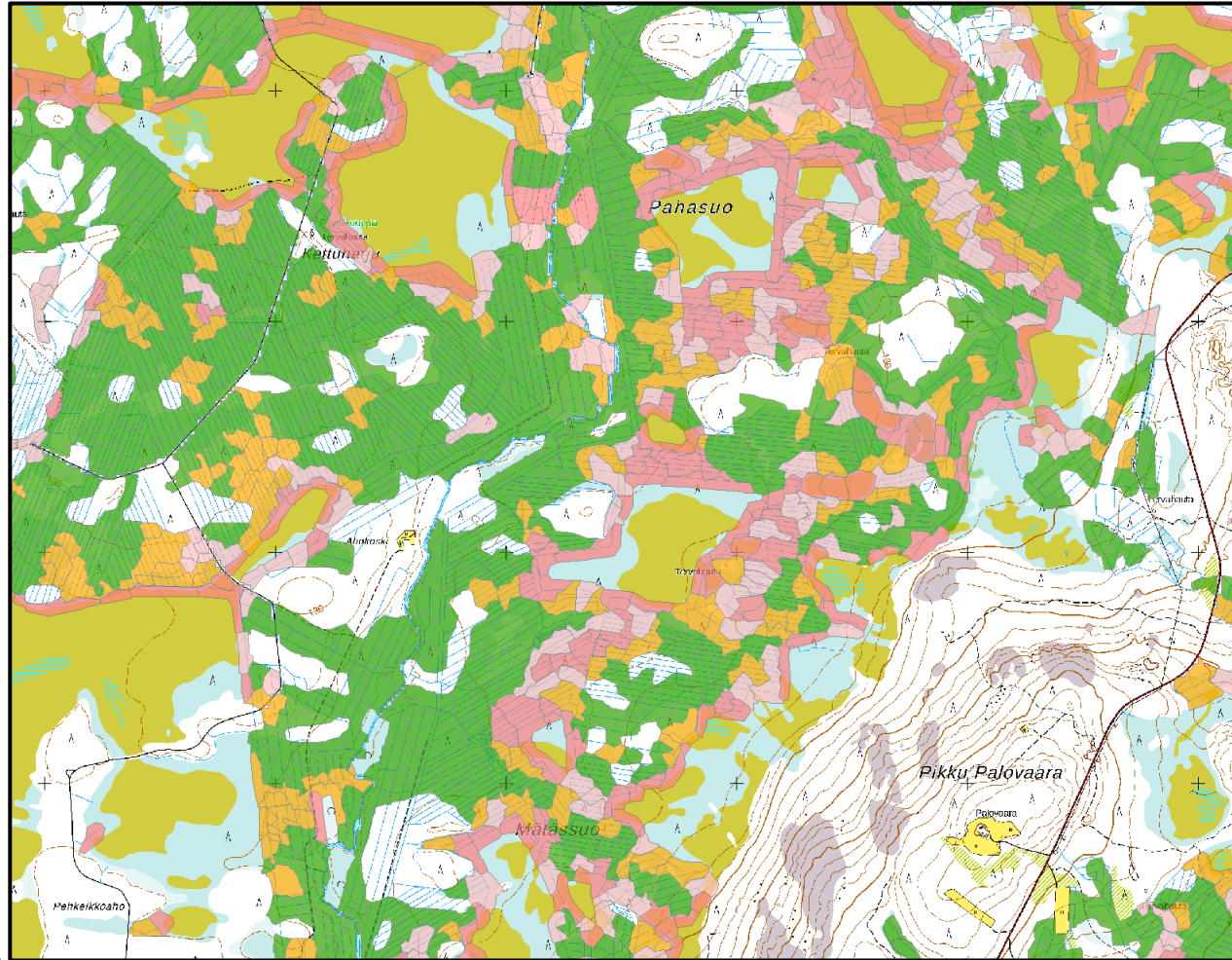
Ojitettujen suometsien tuottavuusluokitusaineisto

	Huonotuottoiset (Luokka 1)	Heikosti tuottavat (Luokka 3)	Kohtalaisen tuottavat (Luokka 4)	Tuottavat (Luokat 5, 2)
%	8.7	7.9	9.3	74.1
Pinta-ala	410 100 ha	371 800 ha	437 200 ha	3 483 500 ha






Huonotuottoisten osuus ojitetuista suometsistä:



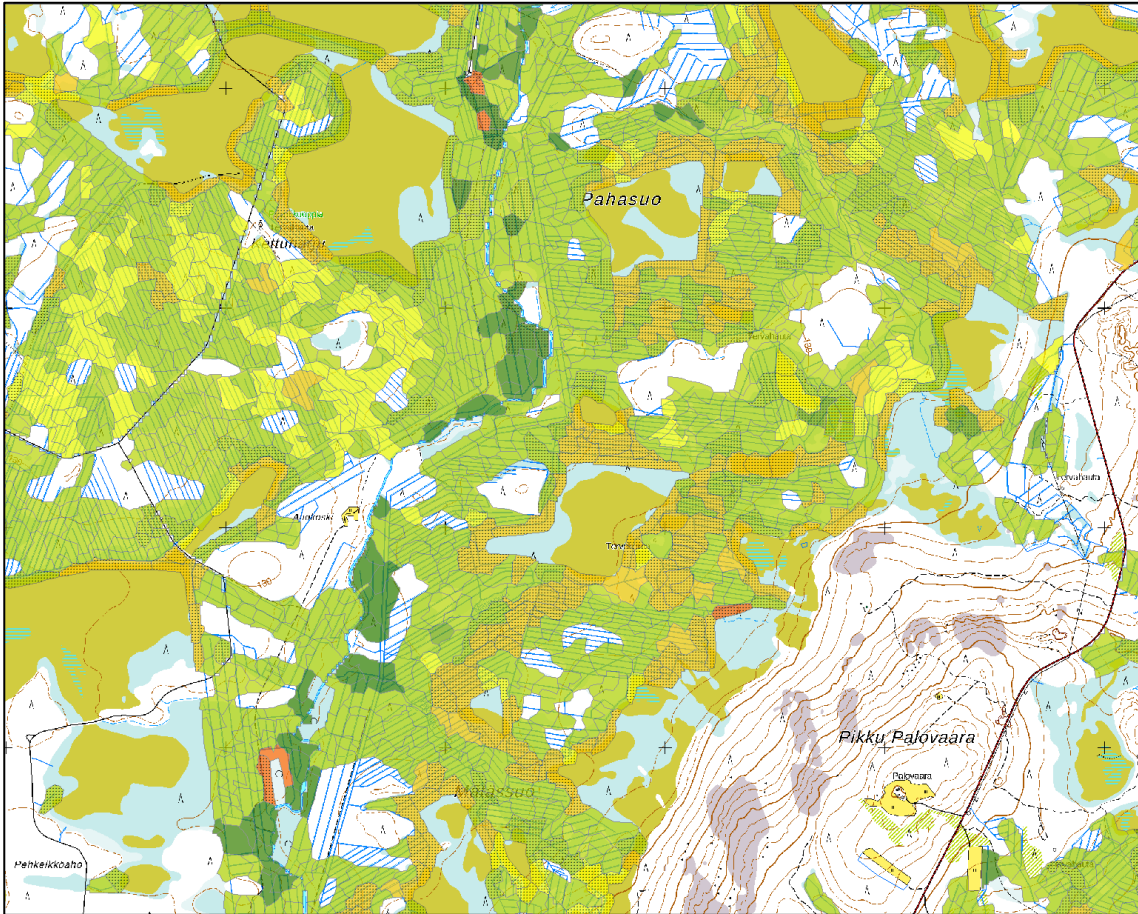
Esimerkki aineistosta



Tuottavuusluokka

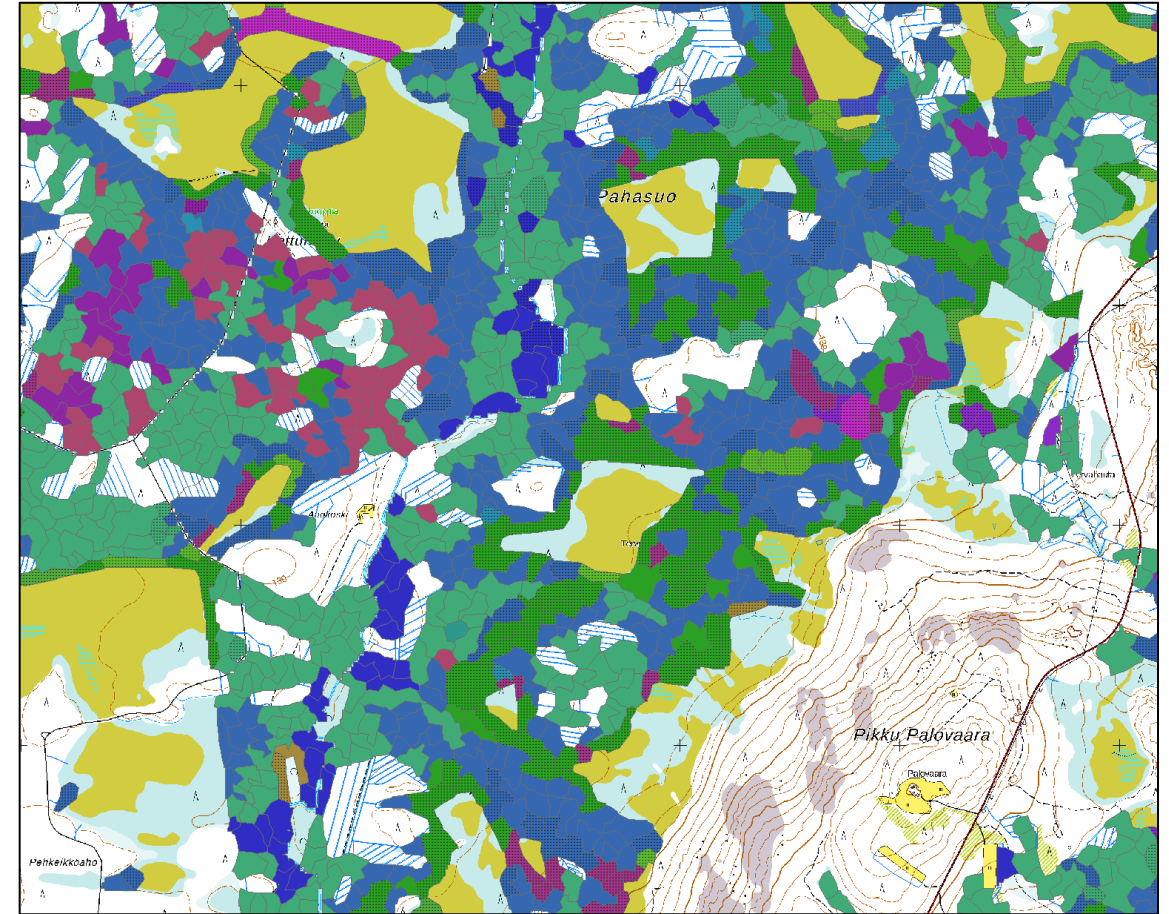
-  Huonotuottoinen
-  Heikosti tuottava
-  Kohtalaisen tuottava
-  Tuottava, nuori metsä
-  Tuottava

Esimerkki aineistosta



Ravinteisuustaso


- 14 Ruohoturvekangas / Herb-rich
- (33) Mustikkaturvekangas / Vacc. myrtillus type
- 56 Puolukkaturvekangas / Vacc. vitis-idaea type
- 72 Varpukurvekangas / Dwarf shrub type
- 92 Jäkäläturvekangas / Cladina type
- 130 Kytöheitto / abandoned field on peat soil



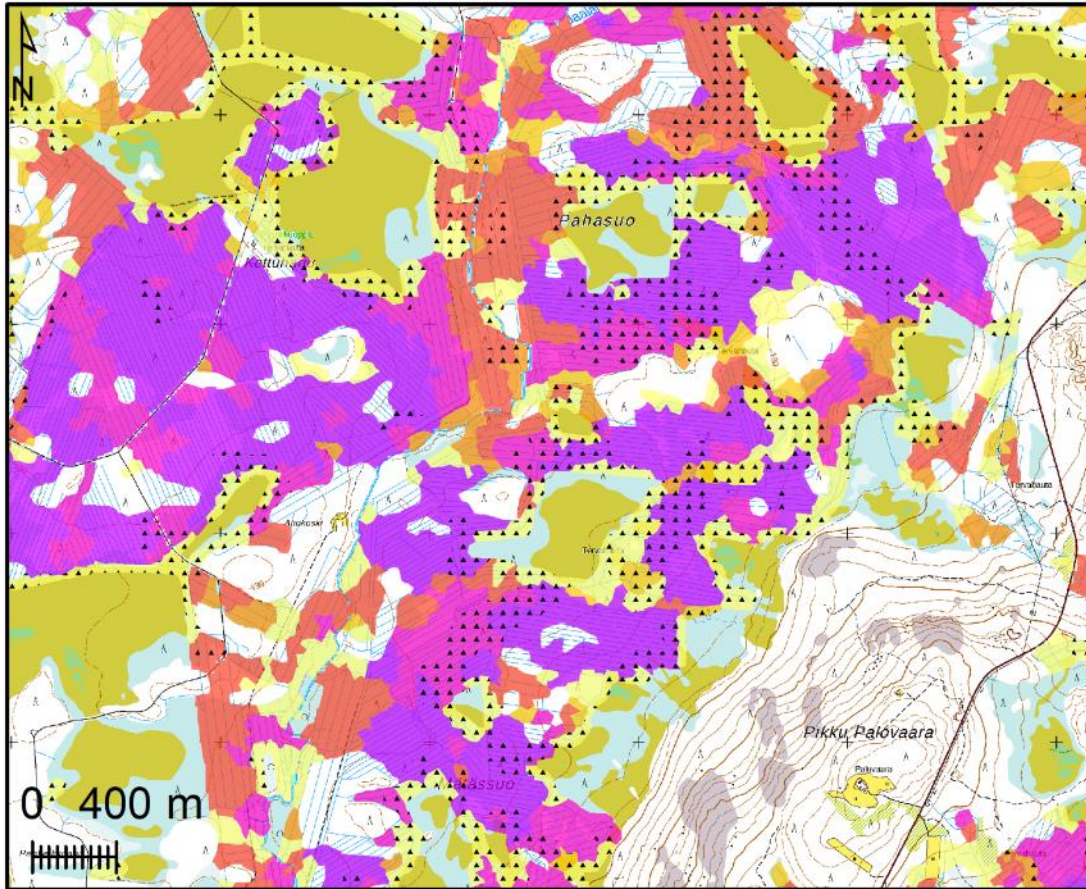
Suotyyppi

- 3014 Ruohoturvekangas
- 3045 Ruohoinen sararäme
- 3056 Puolukkaturvekangas
- 3062 Varsinainen sararäme
- 3071 Isovarpuräme
- 3072 Varpukurvekangas

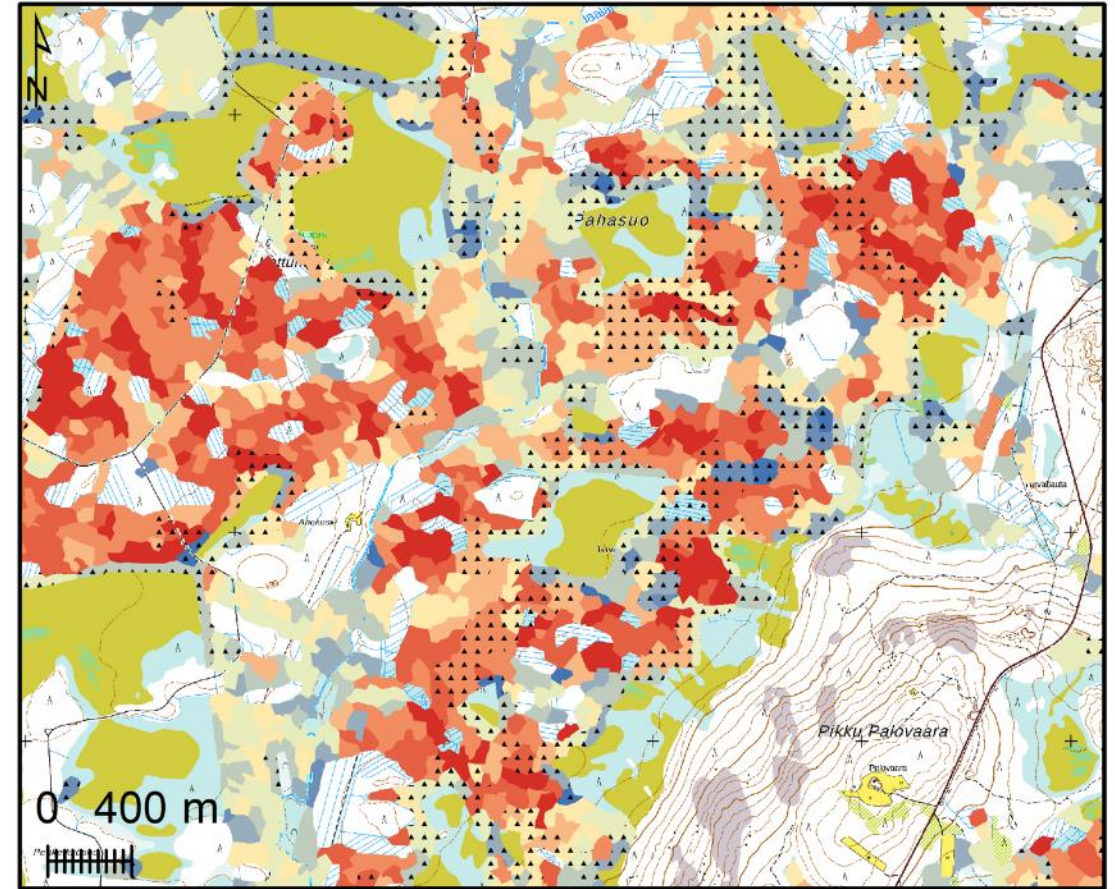
Tuottavuus

- 3082 Tupasvillaräme
 - 3083 Lyhytkorsiräme
 - 3091 Rahkaräme
 - 3101 Rahkaneva
 - 3103 Lyhytkorsineva
 - 3130 Kytöheitto (abandoned field on peat soil)
-  Huonosti ja heikosti tuottavat

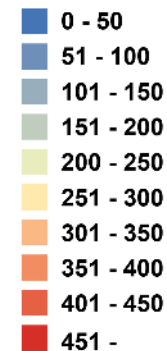
Esimerkki aineistosta



Sarkaväli, m



Ojitusiheys mha⁻¹



Tuottavuus

- ⋯ Huonosti ja heikosti tuottavat
- ▨ Suoalueet metsämaan ulkopuolella

Esimerkki aineistosta

Stand Id	Productivity class	Ditch Density [m/ha]	Ditch spacing [m]	Temp Sum 1980-2010	Temp Sum 1990-2020	Fertility class	Dbh	H	Age	BA	Volume	Vol pine	Vol spruce	Vol birch	Vol other decid
1926125	5	98	100	1015	1085	56	13.1	105.7	53	13.7	82.5	55.6	9.6	15.2	2.3
1926126	5	373	30	1015	1085	56	14	108.1	75	15.2	75.8	60.9	4.1	10.6	0.2
1926127	5	404	30	1015	1085	56	15.8	127.3	74	20.5	113.2	80.3	8.5	24.4	0.2
1926128	5	324	100	1015	1085	56	16.2	135.2	79	22.4	130.7	80.9	19.9	29	1.1
1926129	1	170	100	1015	1085	92	6.8	48.8	66	3	9.4	8.6	0.3	0.3	0
1926130	1	163	100	1015	1085	92	10.3	74.5	80	7.7	33.2	30.4	1	1.6	0
1860062	2	0	100	1015	1085	130	5.4	44.4	24	6.1	36.1	6.7	5.6	22	1.6
1860264	5	360	50	1015	1085	56	14.5	113.2	70	14.7	76.6	66.3	3.5	6.6	0.3
1860506	3	152	100	1015	1085	92	11.5	84.8	79	9.1	41.6	33.7	1.7	6	0.2
1860507	4	475	40	1015	1085	56	14.2	108.2	71	15.2	77	60.6	3.5	12.9	0
1860718	5	335	50	1015	1085	56	5.5	47.3	32	4.5	22.5	13.1	2.2	6.8	0.3
1860981	3	0	100	1015	1085	56	8.2	63.9	50	7.3	36.1	21.9	1.8	11.1	1.4
...

Nykyisiä ja tulevia epävarmuuksia

TAPIOn metsänhoidon suosituksissa turvemaiden jatkoinvestointikelpoisuus arvioidaan lämpösumman ja kasvupaikan ravinteisuustason perusteella (+: jatkoinvestointikelpoinen)

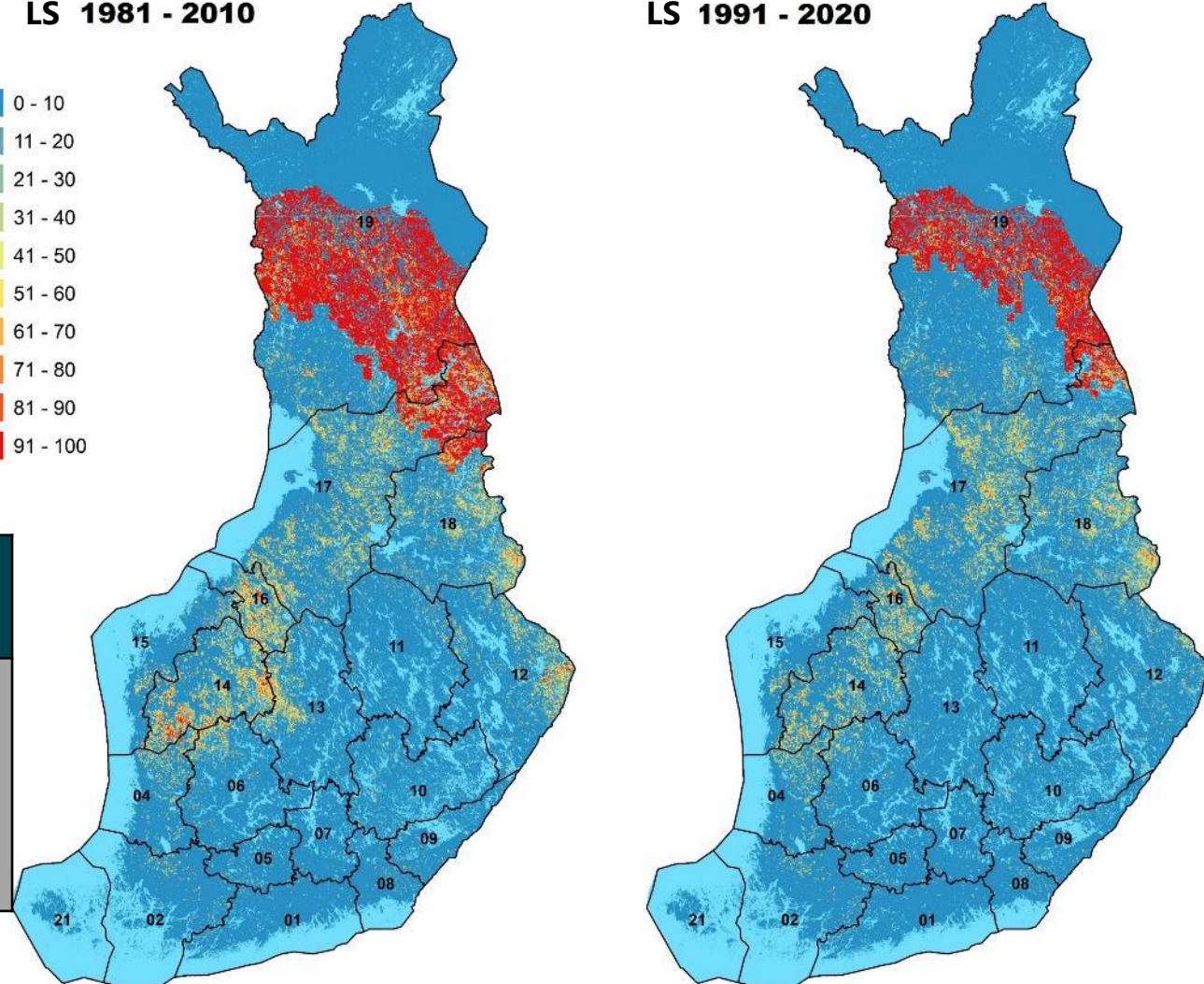
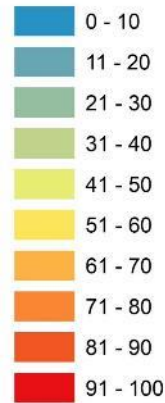
Ilmastonmuutoksen myötä lämpösummat ovat jo muuttuneet.

→ Jos huonotuottoisuutta/investointikelpoisuutta käytetään ohjaamaan vettämisen kohdentamista, se voi joillakin alueilla muuttua ilmastonmuutoksen myötä

Kelpaamattomien osuus eri tarkastelujaksojen lämpösummilla (LS)

LS 1981 - 2010

LS 1991 - 2020



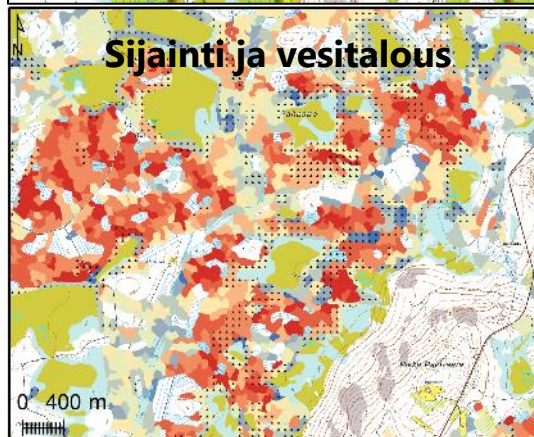
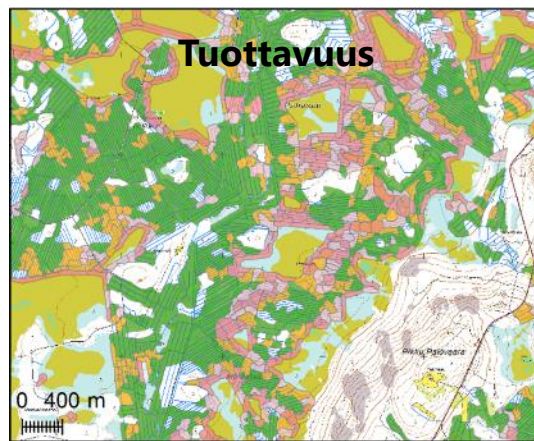
Ravinteisuustaso	Lämpösumma	Lämpösumma	Lämpösumma	Lämpösumma
	<900 °Cvrk	900-1125 °Cvrk	1126-1150 °Cvrk	>1150 °Cvrk
Herb rich type	+	+	+	+
Vaccinium myrtillus type	+	+	+	+
Vaccinium vitis-idaea type	-	+	+	+
Dwarf shrub type	-	-	-	+
Cladina type	-	-	-	-

Vettäminen onnistumisen ja vaikutusten arviointi

- Tarvitaan tarkempia selvityksiä ja mallinnusta vettäminen seurauksista ja onnistumismahdollisuuksista
 - tätä aineistoa voidaan käyttää alustavassa tunnistamisessa ja lähtöaineistona mallinnuksessa
- Lisäksi on muita paikkatietoaineistoja, jotka voivat olla hyödyksi (DTW, TWI)
 - näiden luotettavuuteen vaikuttaa myös niiden laskennassa käytettyjen aineistojen luotettavuus (esimerkiksi maastotietokannassa ojat puuttuvat maatalousmailta ja se vaikuttaa veden virtausreittien mallintamiseen myös metsissä)
- Tämä aineisto tehty automaattisen kuvioinnin tuloksena ja rajat eivät noudata kiinteistörajoja
 - Aineisto ja siitä tehty artikkeli ovat vertaisarvioinnissa > julkaistaneen avoimesti saatavana

Apua uusista
menetelmistä?

Kaukokartoitukseen
perustuva aineisto
erilaisten
ojitettujen
suometsien
kartoittamiseen



Käsikirjoitus vertaisarvioinnissa:

Classifying the productivity of drained peatland forests for precision management

Aura Salmivaara*, Sakari Tuominen, Raija Laiho, Anssi Ahtikoski, Soili Haikarainen, Aleksi Lehtonen, Raisa Mäkipää

Aineisto saatavilla myöhemmin osoitteesta:
<https://doi.org/10.5281/zenodo.15260366>

Työ tehtiin EU:n Horizon 2020 Holisoils-hankkeen rahoituksella (ID 10100028)

Kiitos



luke.fi

Kansalaisten näkemyksiä kosteikkojen ennallistamisesta

Leo Raivonen (Luke)

Ympäristö- ja luonnonvaratalous (ENRE)



Tutkimushanke

- ALFAwetlands-hanke kosteikkojen ennallistamisesta (EU Horizon)
- Kosteikkojen ennallistamisen yhteiskunnalliset vaikutukset
- Kyselytutkimus kuudessa maassa: **Suomi**, Ruotsi, Viro, Latvia, Itävalta, Espanja
- 800 kansalaisen otos per maa

Tietotaso ja mielipiteet

Kosteikkovisa

- Valtaosalla yleiskäsitys kosteikoista
- Tarkemmat hyödyt ei niin tunnettuja

Yli puolet kosteikoista on hävinnyt ihmisen toiminnan seurauksena viimeisen sadan vuoden aikana

Yli kolmasosa maailman kasvi- ja eläinlajeista on riippuvaisia kosteikoista

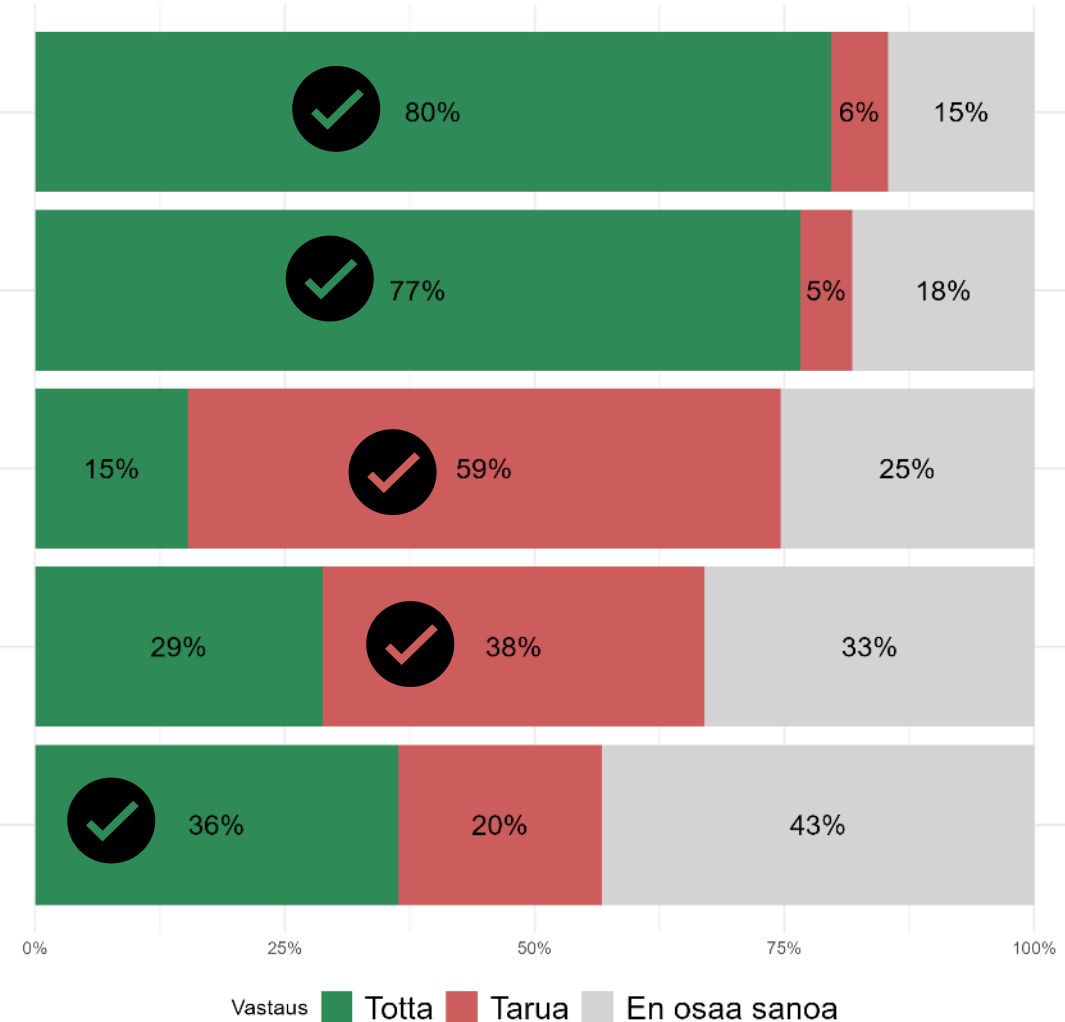
Kosteikot pahentavat lähialueidensa tulvia

Kosteikkojen ojitaminen vähentää vesistöjen ravinnekuormitusta

Kuivatetut kosteikot ovat tyypillisesti huomattavia kasvihuonekaasujen päästölähteitä

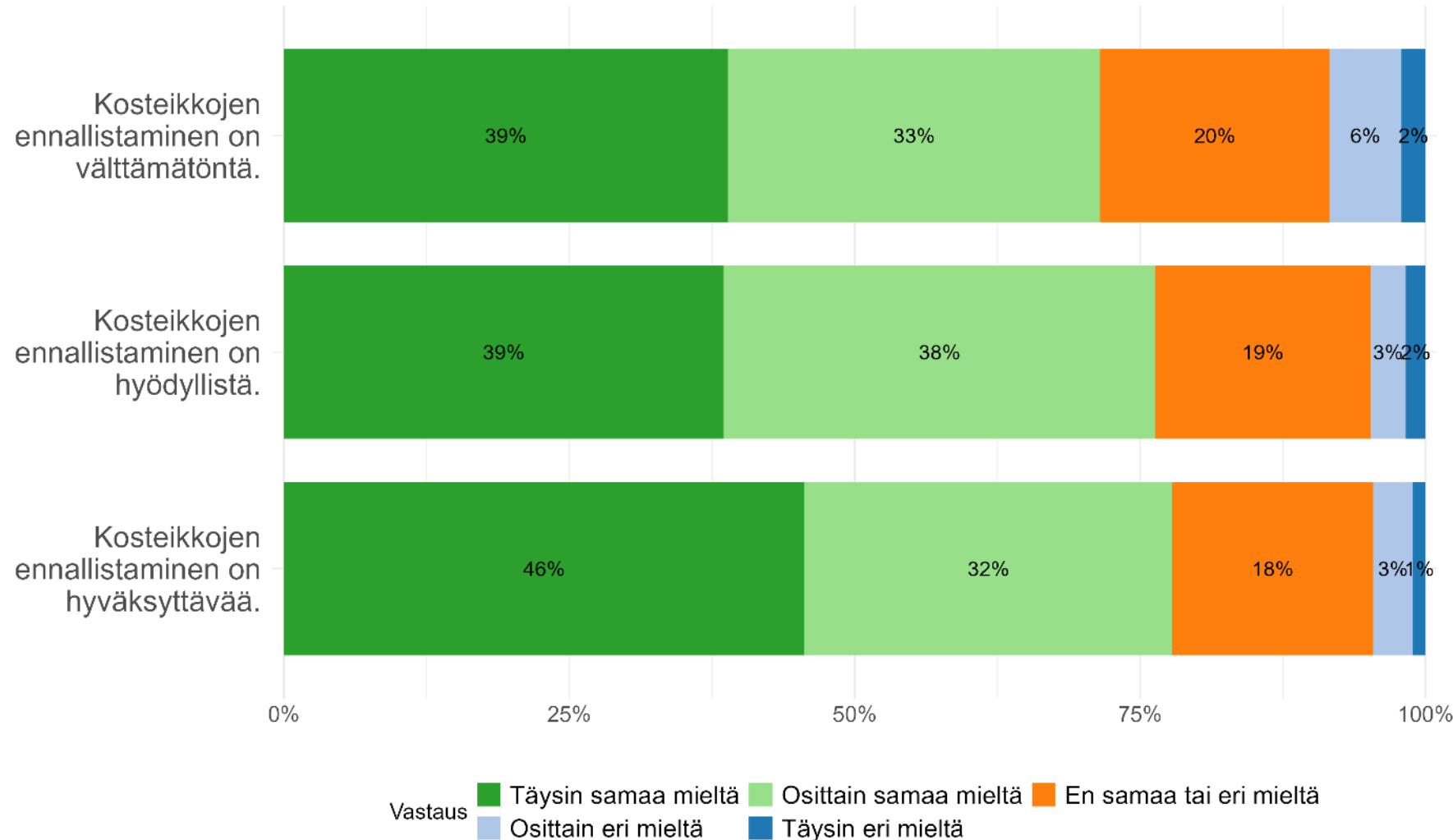
Kosteikkojen väittämät

Vastausten jakauma kysymyksittäin



Hyväksyttävyys, hyödyllisyys ja välttämättömyys

- Lähes 75 % vastaajista osittain tai täysin samaa mieltä
- Alle 10 % eri mieltä
- Noin viidesosalla ei mielipidettä



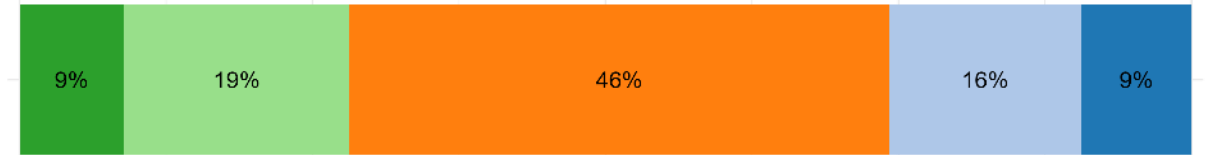
Mielipiteet ennallistamisen vaikutuksista

- 30-46 % ei ole mielipidettä
- Maatalous ja ruoantuotanto > metsätalous

Kosteikkojen ennallistamista tulee tehdä ensisijaisesti valtion mailla yksityisten maiden sijaan.



Kosteikkojen ennallistaminen tulisi tehdä yksinomaan verovaroin.



Kosteikkojen ennallistaminen ei saa haitata metsätaloutta.



Kosteikkojen ennallistaminen ei saa haitata maataloutta tai ruoantuotantoa.



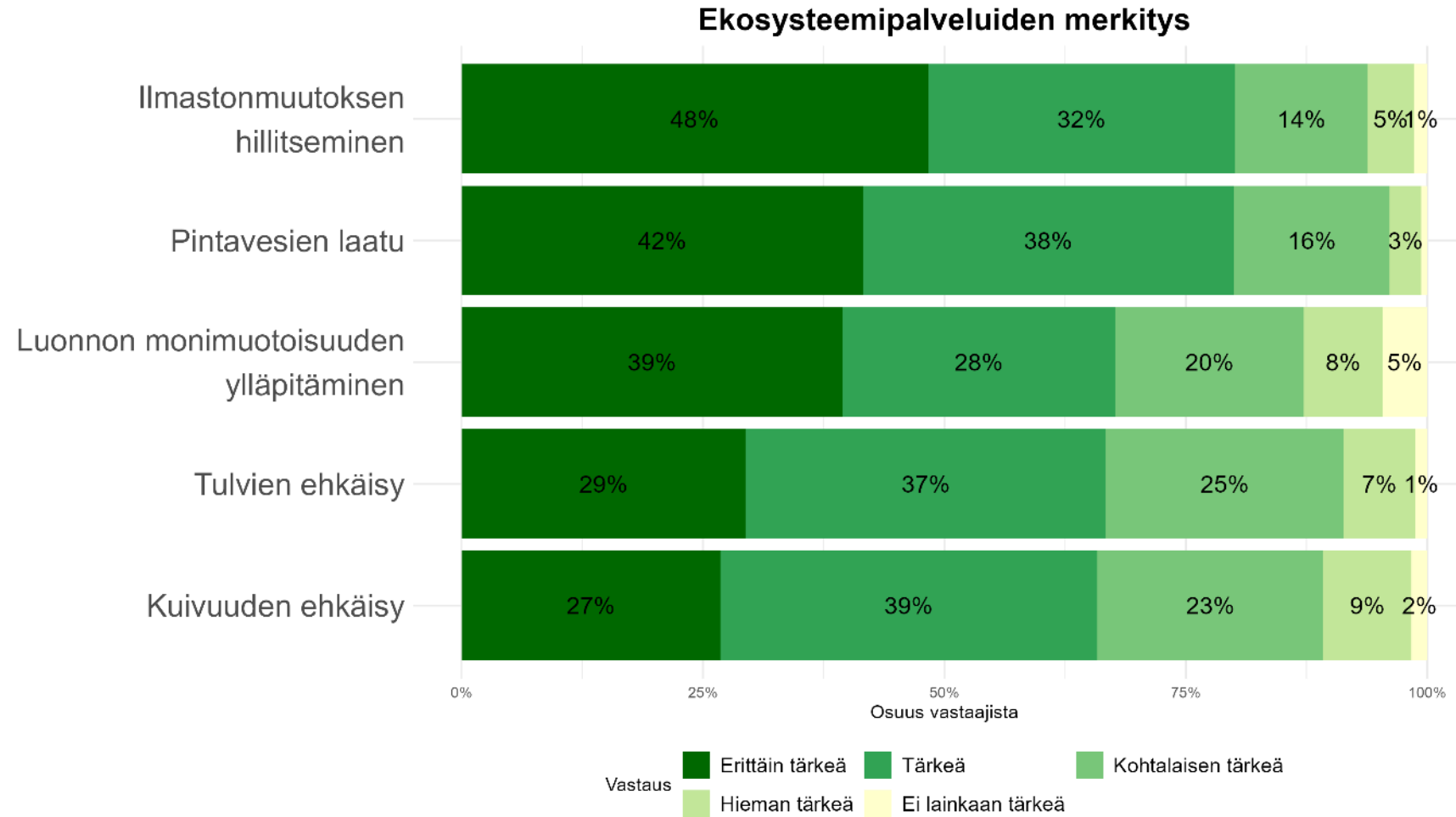
0% 25% 50% 75% 100%

Vastaus

■ Täysin samaa mieltä	■ Osittain samaa mieltä	■ En samaa tai eri mieltä
■ Osittain eri mieltä	■ Täysin eri mieltä	

Mitkä ekosysteemipalveluista tärkeitä?

- Ilmastonmuutos ja pintavedet tärkeimpiä
- Tulvat ja kuivuus suomessa vähemmän tärkeitä



Preferenssit ennallistamisen ekosysteemipalvelu -hyödyistä

Ennallistamisohjelma

- Ennallistamisasetusta osittain mukaileva kuvaus kansallisesta kosteikkojen ennallistamisohjelmasta
 - 30 % kunnoltaan heikentyneistä kosteikoista
 - Mukana ojitetut turvemaat
- Arvotetaan ennallistamisen vaikutuksia keskeisiin ekosysteemipalveluihin ja biodiversiteettiin
 - Ilmastonmuutoksen hillintä
 - Pintavesien puhdistaminen
 - Biodiversiteetti
 - Kuivuuden ehkäisy
 - Tulvien ehkäisy
- Veronkorotus

Valintatilanne

Ennallistamatta jättämisen/ennallistamisen vaikutukset ympäristön tilaan vuonna 2055

Ympäristövaikutus	Ei ennallistamisohjelmaa	Ennallistamisohjelma A	Ennallistamisohjelma B
Kuivuuden esiintyminen	Useammin kuin nykyään	Useammin kuin nykyään	Harvemmin kuin nykyään
Tulvien esiintyminen	Useammin kuin nykyään	Ei muutosta nykyisestä	Useammin kuin nykyään
Uhanalaisten tai lähes uhanalaisten kosteikkolajien määrä (nykyisin 21 %)	26 % kosteikkolajeista uhanalaisia tai lähes uhanalaisia	21 % kosteikkolajeista uhanalaisia tai lähes uhanalaisia	15 % kosteikkolajeista uhanalaisia tai lähes uhanalaisia
Vedenlaadultaan heikentyneiden pintavesien osuus (nykyisin 27 %)	32 % pintavesistä heikentyneitä	22 % pintavesistä heikentyneitä	17 % pintavesistä heikentyneitä
Muutos kosteikkojen kasvihuonekaasupäästöissä	+5 % (kasvu vastaa 86 000 suomalaisen vuosipäästöjä)	-10 % (vähennys vastaa 173 000 suomalaisen vuosipäästöjä)	Ei muutosta nykyisestä
Vero vuosittain 10 vuoden ajan	Ei lisäveroa	100 €	200 €

Conditional logit -malli

- Ihmiset arvostavat parempaa ympäristön tilaa
- Kuivuuden esiintyminen ei tilastollisesti merkitsevä
- Preferenssien heterogeenisuuden huomioiminen
 - Merkittäviä eroja ihmisten välillä
 - Kuivuuden esiintyminen merkitsevä

Attribute	Coefficient	Wald	p-value
Constants			
1 (base)	0,000	37,62	6,80E-09
2	0,581		
3	0,368		
Drought occurrence			
More often than today (base)	0,000	3,54	0,1700
No change from the current	0,091		
Less often than today	0,121		
Flood occurrence			
More often than today (base)	0,000	52,88	3,30E-12
No change from the current	0,183		
Less often than today	0,411		
Biodiversity: Share of threatened and near threatened wetland species (currently 21 %)			
26 %	0,000	16,12	0,0011
21 %	0,054		
15 %	0,189		
9 %	0,212		
Water Quality: Proportion of surface waters with degraded water quality (currently 27 %)			
32% (base)	0,000	17,57	0,0005
27 %	0,043		
22 %	0,210		
17 %	0,194		
Wetland emissions			
+5 % (base)	0,000	38,19	2,60E-08
No change	0,160		
-10 %	0,273		
-20 %	0,402		
Tax annually for 10 years			
	-0,0022	345,66	3,70E-77

Huomiot

- Kosteikkojen ennallistaminen ei tuttu tai kiinnostava aihe monille
- Ennallistamista pidetään hyödyllisenä ja hyväksyttävänä
- Ennallistamisen hyötyjä arvostetaan
- €? -> tulossa



Keskustelu



luke.fi