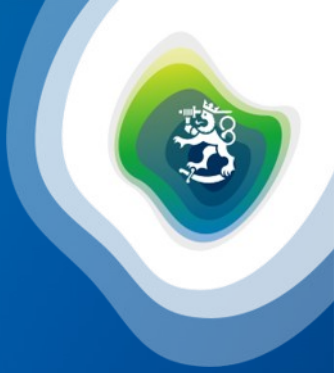


Metsien hiilitase kasvihuonekaasuinventaariossa ja siihen vaikuttavat tekijät - webinaari

28.5.2025



Metsien hiilitase kasvihuonekaasuinventaariossa ja siihen vaikuttavat tekijät



Ohjelma

- **Tilaisuuden avaussanat**
Luonnonvaraneuvos Heikki Granholm, maa- ja metsätalousministeriö
- **Miksi kasvihuonekaasuinventaariota tehdään ja mistä sen vaatimukset tulevat?**
Yliaktuaari Sini Niinistö, Tilastokeskus
- **Suomen metsien hiilinielu - mihin se katosi?**
Tutkimuspäällikkö Juha Mikola, Luonnonvarakeskus
- **Tietoiskut**
 - **Puuston kasvu ja karikesyöte**
Tutkimusprofessori Juha Heikkinen, Luonnonvarakeskus
 - **Kivennäismaametsien maaperän hiilivarasto**
Tutkija Jaakko Heikkinen, Luonnonvarakeskus
 - **Ojitettujen turvemaametsien maaperän hiilidioksidipäästö**
Erikoistutkija Paavo Ojanen, Luonnonvarakeskus
- **Yleisökysymykset**
- **Tilaisuuden päätössanat**
Luonnonvaraneuvos Heikki Granholm, maa- ja metsätalousministeriö

Miksi kasvihuonekaasu- inventaariota tehdään ja mistä sen vaatimukset tulevat?

Sini Niinistö, Tilastokeskus

Metsien hiilitase kasvihuonekaasuinventaariossa ja
siihen vaikuttavat tekijät -webinaari 28.5.2025

Miksi kasvihuonekaasu- inventaariota tehdään ja mistä sen vaatimukset tulevat?

1. Kasvihuonekaasuinventaario: Miksi tehdään?
2. Säännöt, ohjeistukset ja vaatimukset sekä inventaarioperiaatteet
3. Tarkastukset
4. Kasvihuonekaasuinventaarion kehittäminen

1. Kasvihuoneekaasuinventaario: Miksi tehdään?

Kansainväliset ilmastososopimukset (1/3)

- Tarve kasvihuoneekaasuinventaariorille eli ihmistoiminnan päästöjen ja poistumien arvioinnille ja raportoinnille on syntynyt yhteisesti sovitusta tavoitteesta vähentää päästöjä.
- YK:n ilmastososopimus (United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)) 1992
- Pariisin sopimus 2015



<http://newsroom.unfccc.int>

1. Kasvihuonekaasuinventaariorio: Miksi tehdään?

Kansainväliset ilmastopimukset (2/3)

- YK:n ilmastopimus (United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)) 1992
 - Velvollisuus teollisuusmaille (Annex I-maat) vuosittaisen kasvihuonekaasuinventaariorion lähettämiseen taulukkopaketteineen ja inventaarioraportteineen YK:lle
- Pariisin sopimus 2015
 - Oikeudellisesti sitova kansainvälinen sopimus
 - Velvollisuus kaikille osapuolille (190+) tehdä ja lähettää kasvihuonekaasuinventaariorio osana kaksivuotisraporttia (biennial transparency report)
 - Osapuolet määrittelevät kansallisesti määriytyvän ilmastotavoitteensa (nationally determined contribution, NDC)
 - Khk-inventaarioriotietoja käytetään kunkin osapuolen tavoitteen seurannassa mutta myös Pariisin sopimuksen maailmanlaajuisessa ilmastomuutoksen hillintätavoitteen mukaisessa seurannassa (global stock take)
 - Suomen ensimmäinen kaksivuotisraportti Pariisin sopimukselle joulukuussa 2024 ja tarkastettiin toukokuussa 2025



<http://newsroom.unfccc.int>

1. Kasvihuonekaasuinventaario: Miksi tehdään?

Kansainväliset ilmastososopimukset (3/3)

- YK:n ilmastososopimus (United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)) 1992
 - Velvollisuus teollisuusmaille (Annex I-maat) vuosittaisen kasvihuonekaasuinventaarion tekemiseen taulukkopaketteineen ja inventaarioraportteineen ja lähettämiseen YK:lle
- Pariisin sopimus 2015
 - Oikeudellisesti sitova kansainvälinen sopimus
 - Velvollisuus kaikille osapuolille (190+) tehdä ja lähettää kasvihuonekaasuinventaario osana kaksivuotisraporttia (biennial transparency report)
 - Osapuolet määrittelevät kansallisesti määriytyvän ilmastotavoitteensa (nationally determined contribution, NDC)
 - Khk-inventaariotietoja käytetään kunkin osapuolen tavoitteen seurannassa mutta myös Pariisin sopimuksen maailmanlaajuisessa ilmastomuutoksen hillintätavoitteen mukaisessa seurannassa (global stock take)
 - Suomen ensimmäinen kaksivuotisraportti Pariisin sopimukselle valmistui joulukuussa 2024 ja tarkastettiin tässä kuussa

YK:n ilmastososopimuksen ja Pariisin sopimuksen kansallisena vastuutahona Suomessa ympäristöministeriö, nimettynä focal pointina Marjo Nummelin.

Tilastokeskus toimii kasvihuonekaasuinventaarion kansallisena vastuuyksikkönä. Laskenta, raportointi ja kehittäminen tehdään yhteistyössä Luken ja Syken kanssa sektorikohtaisten vastuiden perusteella.



1. Kasvihuonekaasuinventaario: Miksi tehdään?

Euroopan unionin ilmastotavoitteet ja lainsäädäntö

- EU:n ilmastopolitiikka ja –tavoitteet -> EU:n lainsäädäntö
- EU:n energiaunionin ja ilmastotoimien hallintomalliasetus (2018/1999) täydentävine asetuksineen (Regulation on the Governance of the Energy Union and Climate Action)
 - 27(3): From 2023, Member States shall determine and report to the Commission final **greenhouse gas inventory data by 15 March each year** (year X) and preliminary data by 15 January each year, including the greenhouse gases and the inventory information listed in Annex V. The report on the final greenhouse gas inventory data shall also include **a complete and up-to-date national inventory report**.
- Kasvihuonekaasuinventaariotietoja käytetään
 - kunkin jäsenmaan päästövähennystavoitteen seurantaan (taakanjakosektori)
 - EU:n yhteisen kasvihuonekaasuinventaarion kokoamiseen ja sitä kautta myös EU:lle ja sen jäsenmaille yhteisen NDC:n seurantaan Pariisin sopimuksen alla
- <https://eur-lex.europa.eu/Fl/legal-content/summary/governance-of-the-energy-union.html>

ASETUKSEN TARKOITUS

- Asetuksen tarkoituksena on varmistaa, että [Euroopan unionin](#) (EU) [energiaunionistrategia](#) pannaan täytäntöön koordinoitusti ja johdonmukaisesti sen kaikissa viidessä ulottuvuudessa.
- Sen tavoitteena on panna täytäntöön energiaunionin tavoitteet ja päämäärät sekä [Pariisin sopimuksen](#) mukaisten unionin kasvihuonekaasupäästöjä koskevien pitkän aikavälin sitoumusten saavuttamiseksi laaditut strategiat ja toimenpiteet ja vuosien 2021–2030 kattavan jakson osalta vuoteen 2030 ulottuvat unionin energia- ja ilmastotavoitteet.
- Yleisemmällä tasolla asetuksen tavoitteena on myös varmistaa, että EU saavuttaa tavoitteensa, joita ovat erityisesti [vuoden 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan puitteiden](#) ja [ilmastonmuutosta koskevan Pariisin sopimuksen](#) tavoitteet. (linkit EUR-Lexin mukaiset)

2. KHK-inventaario: Säännöt, ohjeistus & vaatimukset (1/4)

Hierarkiajärjestyksessä:

1. Ilmastositimusten osapuolikokousten päätöksissään hyväksymät inventaarioraportointiohjeet ja CRT-raportointitaulukot

- Lisäksi päätöksissä määritellään mitä hallitusten välisen ilmastopaneelin IPCC:n inventaario-ohjeita käytetään
- Esimerkkejä laskentaa ja raportointia koskevista säännöistä: aloitusvuosi, sektorit ja päästöluokkarakenne
- Esim. jako maatalous- ja maankäyttösektoreihin tulee maiden yhdessä eli osapuolikokouksen alaelimen työstämistä inventaariotaulukoista IPCC:n ohjeiden AFOLU-sektorin sijaan
- Päätöstekstin "shall" = pakollista, myös inventaariokokonaisuuden (raportti ja taulukot) tuottaminen on pakollista.

Pääperiaate:

Jos CRT-taulukossa on päästöluokka tai hiilivarasto, sen raportointi eli päästöjen laskenta ja raportointi on pakollista, jos ko. luokalle on IPCC:n ohjeissa oletusmenetelmä. Jos maalla ei ole luokkaan lähtötietoja, pitää selittää, miksi ei ole ja mitä aikoo tehdä lähtötietojen hankkimiseksi.



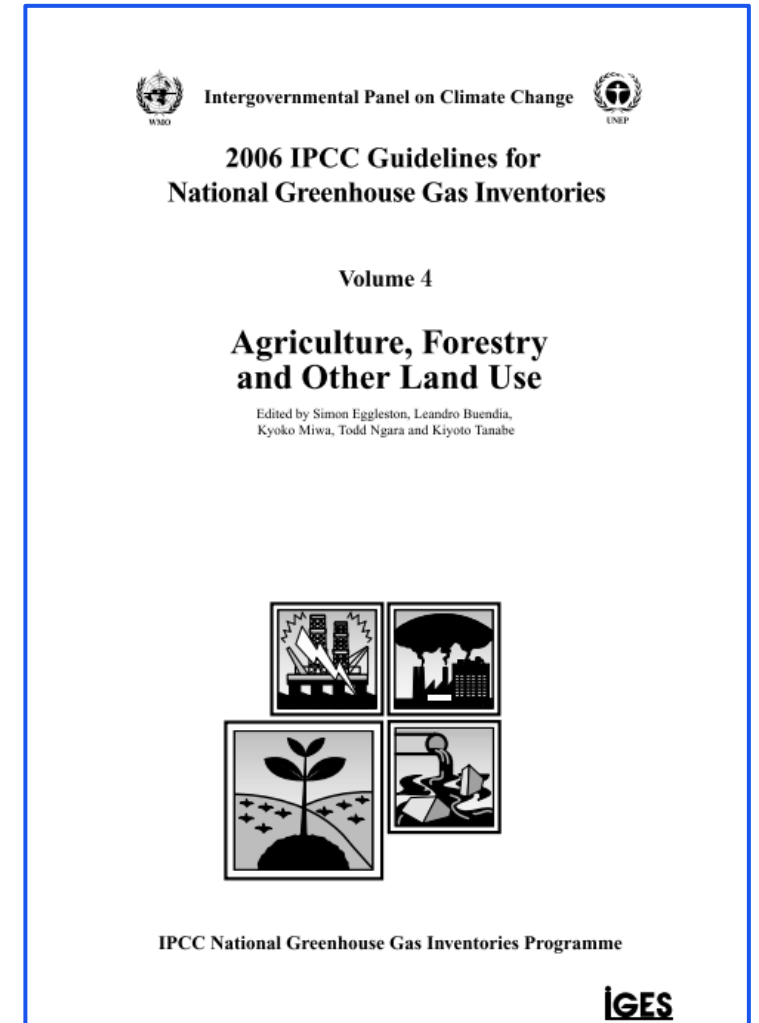
<http://newsroom.unfccc.int>

2. KHK-inventaario: Säännöt, ohjeistus & vaatimukset (2/4)

Hierarkiajärjestyksessä:

2. IPCC:n kasvihuonekaasuinventaario-ohjeet –

- Menetelmäohjeet, määritelmät, parametrejä esimerkiksi ilmastovyöhykkeittäin yksinkertaisimpaan eli oletusmenetelmään (tier 1 eli taso 1)
- Raportointiohjeet sisältävät muita vaatimuksia inventaarioraportoinnille kuten epävarmuusanalyysi ja avainluokka-analyysi, joka ohjaa laskentamenetelmätason valinnassa:
 - Ei avainluokka -> taso 1 (oletusmenetelmä) riittää
 - Avainluokan menetelmätasovaatimus:
 - > taso 2: oletusmenetelmä kansallisin parametrein
 - > taso 3: seurantamittaukset tai malli kansallisiin oloihin sopivin parametrein (maiden omaa kehitystyötä, arviointi tarkastuksissa)
 - Avainluokat kattavat kehittyneille maille asetettujen vaatimusten mukaan 95 % maan päästöistä
 - -> Käytännössä menetelmävaatimukset ovat lähes kaikissa päästöluokissa taso/tier 2



2. KHK-inventaario: Säännöt, ohjeistus & vaatimukset (3/4)

IPCC:n periaatteet ja määritelmät kasvihuonekaasuinventaariolle ohjaavat inventaariolaskentaa ja -raportointia

- Kasvihuonekaasuinventaario on **ihmisen toiminnasta** aiheutuvien päästöjen ja poistumien inventaario
- Päästöjen raportointi **valtakunnan alueelta/national territory**: sisältäen merellä, rannikon lähellä (offshore) olevat alueet, joille maalla on toimivalta (jurisdiction)
- **Kansallinen inventaariojärjestelmä** oltava olemassa ja kuvattava
- **Sektorilähestymistapa**: Päästöt ja hiilivarastonmuutokset täytyy allokoida tietyille sektorille, päästölähteelle tai hiilivarastolle, vuodelle ja maankäyttöluokalle
- **Vuosikohtainen** laskenta ja **aikasarjan** yhteneväisyys
- **Inventaarioraportointi** käsittää pakolliset standarditaulukot ja inventaarioraportin, joka kuvaa menetelmät ja aineistot, laatutoimet, epävarmuudet, avainluokat ja uudelleenlaskennat.
- **Päästöt** raportoidaan vain **yhdessä** päästöluokassa (ja sektorilla)
- **Managed land proxy**: hoidettujen alueiden inventaario= ihmisen toiminnan päästöt ja poistumat
- **Jatkuva kehittäminen** periaatteena

2. KHK-inventaario: Säännöt, ohjeistus & vaatimukset (4/4)

1B. EU:n lainsäädäntö

- Ohjeet =vaatimukset kasvihuonekaasuinventaariorille pohjautuvat YK:n inventaario-ohjeisiin ja pyrkivät sopeutumaan muutoksiin niissä
 - uusi asetus GWP-kertoimien yhdenmukaistamiseksi YK-inventaarioraportoinnin kanssa (kasvihuonekaasujen muunto CO₂-ekvivalenteiksi)
- Ilmastonmuutoskomitean alainen Working Group 1 opastaa jäsenmaita inventaarion tekemisessä ja kehittämisessä ja esittelee seuranta: inventaariolaskennan ja -raportoinnin oikea-aikaisuus, kattavuus, inventaarioiden kehittäminen IPCC-ohjeiden mukaan, tarkastusten tulokset.
- Lisäksi EU:n lainsäädännön LULUCF-asetus sisältää inventaariosta poikkeavan maankäyttösektorin tilinpitoluokat ja -laskennan. Maankäyttösektorin laskentaa koskeva lainsäädäntö sisältää myös menetelmätasovaatimuksia.

3. KHK-inventaario: Tarkastukset (1/2)

- **YK-puolella:** Kansainvälisen tutkijaryhmän suorittama, tarkastajilla koulutus ja sektorikohtaiset vastuut, vertaisarviointi ja laadun tarkastus käytössä
 - Pariisin sopimuksen kaksivuotisraportit (ml. inventaarioraportointi) tarkastetaan kahden vuoden välein
 - YK:n ilmastopöimukseen alla ei-kaksivuotisraporttivuosina yksinkertaistetun tarkastuksen havainnot käsitellään varsinaisesti seuraavan kaksivuotisraportin tarkastuksessa.
- **EU-puolella** vastaava järjestely monikansallisine tarkastajineen ja tarkastajatyön vertaisarviointineen; Euroopan ympäristövirasto (EEA) vastaa.
 - Tarkastus vuosittain (Initial check)
 - Kattava tarkastus vuosina 2025 ja 2027 – myös 2032
 - Lisäksi EU valvoo jäsenmaidensa veloitteen noudattamista (compliance) maankäyttösektorin LULUCF-asetuksen mukaisessa laskennassa ja raportoinnissa eli onko laskenta- ja raportointisääntöjä noudatettu koskien mm. inventaariomenetelmien tasoa ja raportoinnin/laskennan kattavuutta.



3. KHK-inventaario: Tarkastukset (2/2)

- Tarkastukset perustuvat Pariisin sopimuksen raportointi- ja tarkastusohjeisiin, IPCC:n ohjeisiin ja johtavien tarkastajien ja ilmastopöytäkirjan sihteeristön vuosittain päivittämiin hyviin käytänteisiin. Tavoitteena inventaariossa: läpinäkyvät, tarkat, yhteneväiset, kattavat ja vertailtavat tiedot.
- Tarkastukset tuottavat suosituksia (recommendations) ja kannustuksia (encouragements), joista ensimmäiset on pakko toteuttaa.
 - Tarkastussuosituksien ja kannustusten noudattamista seurataan seuraavissa tarkastuksissa.
 - EU-tarkastus seuraa myös YK:n ilmastopöytäkirjan alla annettujen suositusten noudattamista.
 - Tarkastukset ohjaavat/pakottavat täydentämään inventaariota (puuttuvat päästöluokat) ja kehittämään laskentamenetelmiä (tier/tason nosto, puuttuvien tekijöiden huomiointi yms.).
- Myös EU:n lainsäädännön mukaiset kattavat inventaariotarkastukset valvovat tehokkaasti ohjeiden=sääntöjen noudattamista
 - Esimerkki: Ne tuottavat inventaarioista puuttuville päästöille tai virheellisesti lasketuiksi katsotuille päästöille arvioita, joiden mukaisesti päästöt korjataan EU:n sisäisten päästövähennystavoitteiden seurannassa ja tulevia päästövähennyspolkuja määrittäessä esim. taakanjakosektorin päästökiintiöt ja LULUCF-asetuksen tavoitepolut.
 - EU/EEA on kehittänyt viime vuosina inventaarion tarkastustyökalujaan, joiden algoritmit tunnistavat mahdollisia puutteita tai selittämisen paikkoja tarkastajille kysyttäväksi ja seurattavaksi.



4. Kasvihuonekaasuinventaarion kehittäminen

- Inventaariota kehitetään jatkuvasti laadun parantamiseksi ja uusiin tietotarpeisiin vastaamiseksi – tarpeet ovat kasvaneet. Kehittäminen vaatii resursseja, aikaa ja tietoa.
- Laskennan kehittämisellä vastataan YK- ja EU-tarkastajien esille nostamiin puutteisiin, ja parannetaan näin laatua. Inventaariolaskentaa joudutaan muuttamaan myös vaikkapa lähtötietolähteen muuttuessa.
 - Suomen kasvihuonekaasuinventaarion kehittämistä käsitellään ja seurataan tilastokeskuksen vetämissä vuosittaisissa laatupalavereissa, minkä lisäksi laskijaorganisaatiot vastaavat kehittämistyöstä omilla sektoreillaan kehittämissuunnitelmiansa mukaisesti.
- Maankäyttösektorille ja sen sisällä metsämaalle on kuitenkin tyypillistä, että myös maastossa mitattu tieto voi muuttaa inventaarioarvioita huomattavastikin, kun uusi tieto otetaan mukaan laskentaan.
 - Esimerkiksi puustotiedot valtakunnan metsien inventoinnissa: tämä mitattu tieto on aina peräisin menneisyydestä ja aiheuttaa päivityksen inventaarion aikasarjan (lähi)menneisyyteen.
 - Kyse ei ole silloin menetelmä- tai laskentamuutoksesta vaan ”normaalista” uudesta lähtötiedosta
 - Metsämaan hiilivarastojen muutosten ja päästöjen viimeaikaisesta kehityksestä seuraavissa esityksissä lisää.

Kiitos!

Suomen metsien hiilinielu – mihin se katosi?

Juha Mikola

Tutkimuspäällikkö

Kasvihuonekaasujen monitorointi



Suomen metsät olivat pitkään
-30 Mt CO₂-ekv. hiilinielu.

Uusimman inventaariolaskelman
mukaan metsät ovat viimeiset
kolme vuotta olleet 1–3 Mt CO₂-ekv.
päästölähde.

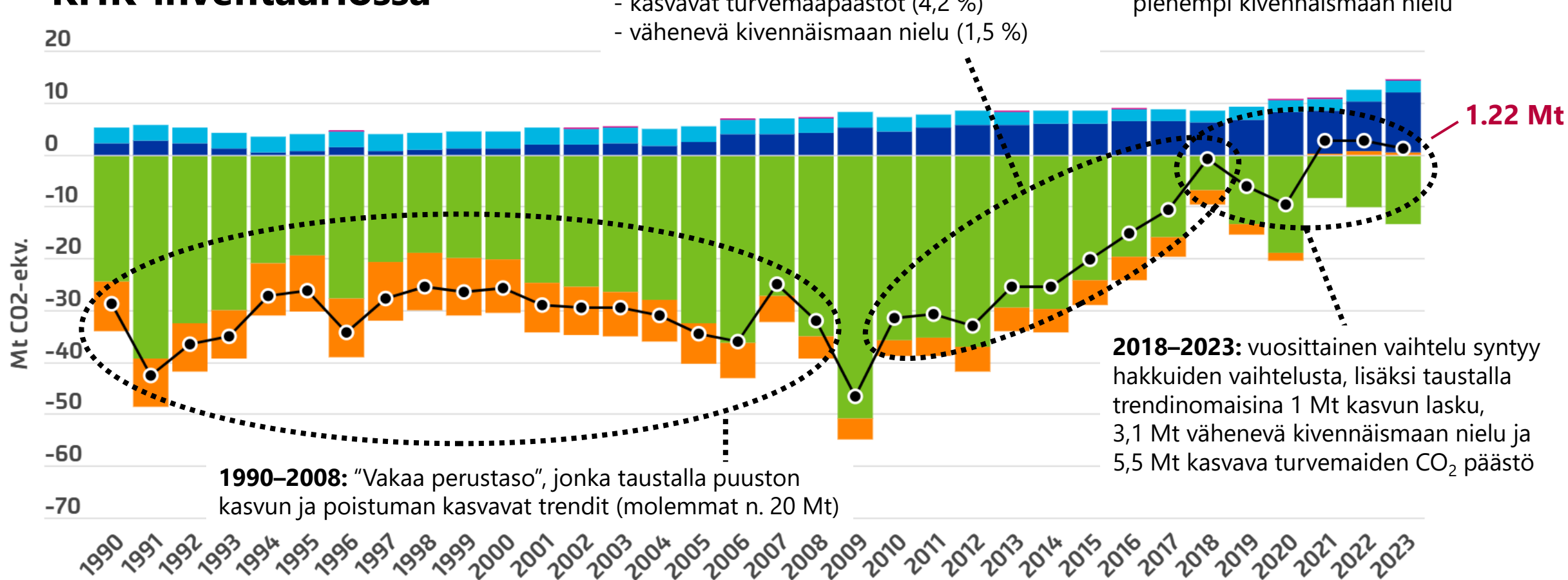
Mitä tapahtui?

Suomen metsien nielut ja päästöt vuoden 2023 KHK-inventaariossa

2010–2018: metsän nettonielun (Yhteensä) häviämistä selittävät:

- vähenevä puuston biomassakasvu (17 %)
- kasvava puuston poistuma (77 %)
- kasvavat turvemaapäästöt (4,2 %)
- vähenevä kivennäismaan nielu (1,5 %)

VMI13: puiden latvustot pienempiä suhteessa runkotilavuuteen
-> 2,8 Mt pienempi puustonielu ja vähemmän lehtikariketta -> 5,4 Mt pienempi kivennäismaan nielu



● Kasvibiomassa, CO₂ ● Maaperä, kivennäismaat CO₂ ● Maaperä, orgaaniset maat CO₂

● Maaperä, orgaaniset maat CH₄+N₂O ● Muut päästöt ● Yhteensä

= puuston nettonielu = puuston biomassakasvu - puuston biomassapoistuma (hakkuut ja luonnonpoistuma)

Typpilannoitus, maan typen mineralisaatio, metsäpalot, ennallistamispoltot

Metsien kadonnut hiilinielu on looginen seuraus siitä, että:

- Puuston kasvu on hidastunut
- Hakkuumäärät ovat kasvaneet ($1 \text{ Mm}^3 \approx 1,6 \text{ Mt CO}_2$)
- Ilmasto lämpenee ja maaperän orgaanisen aineksen hajotus kiihtyy
- Puissa on vähemmän biomassaa suhteessa runkotilavuuteen

Kaikki nämä muutokset heikentävät metsien hiilinielua.

Kiitos!



Puuston kasvu ja karikesyöte

Juha Heikkinen

*Metsien hiilitase
kasvihuonekaasuinventaariossa ja siihen
vaikuttavat tekijät –webinaari 28.5.2025*



Valtakunnan metsien inventoinnit (VMI) ja kasvihuonekaasuinventaariorio (KHKI)

- KHKI:ssa arvioidaan VMIn puustomittausten perusteella sekä puustobiomassan kasvua että elävän puuston kariketuotantoa, joka on yksi maaperän hiilitaseen pääkomponenteista.
- KHKI:ssa käytetään tällä hetkellä kuuden VMI-kierroksen, VMI8 (1986 – 1994) – VMI13 (2019 – 2023) mittauksia.
- VMIn runkotilavuusarviot (esim. [Korhonen ym. 2024](#)) perustuvat n. miljoonan lukupuun mittaamiseen per kierros; runkotilavuuden kasvuarviot pääosin pysyvien koealojen uudelleenmittauksiin.
- KHKI:ssa nämä muunnetaan biomassoiksi perustuen koepuumittauksiin (esim. VMI13:ssa n. 64 000 koepuuta), joissa puulajin lisäksi määritetään puun rinnankorkeusläpimitta ja pituus sekä elävän latvuksen pituus.

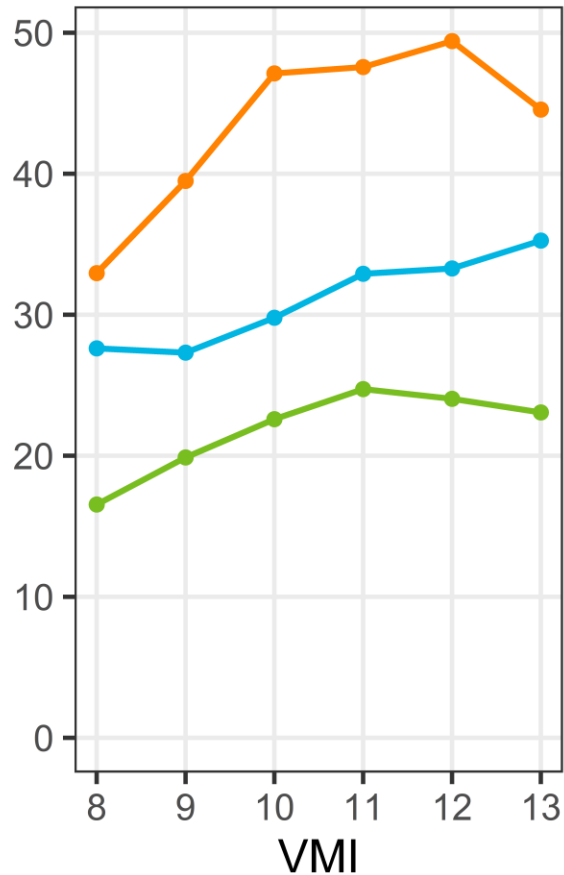
Elävän puuston hiilivaraston muutos
= **puuston kasvu** – poistuma (hakkuut
+ puiden luontainen kuoleminen)

Puuston runkotilavuuden ja biomassan vuotuinen kasvu ja biomassan muuntokertoimet

VMI8 (1986–1994) – VMI13 (2019–2023)

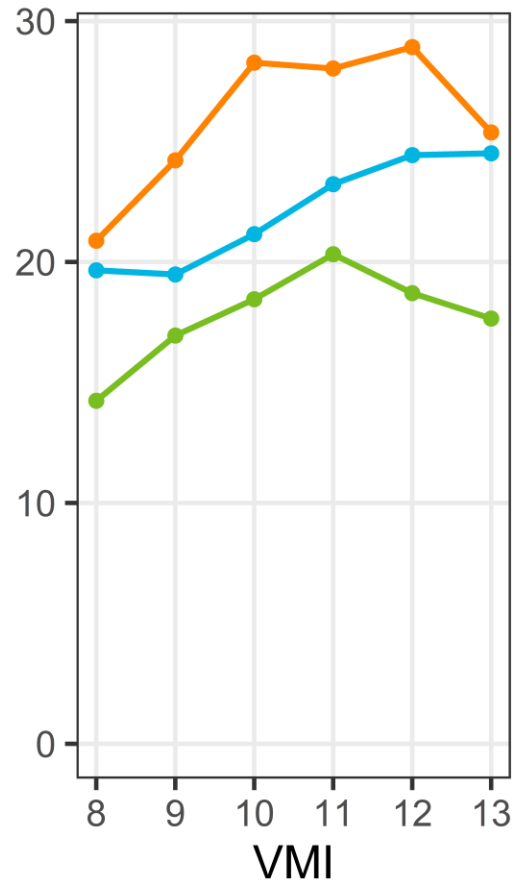
Runkotilavuus

milj. m³ / vuosi



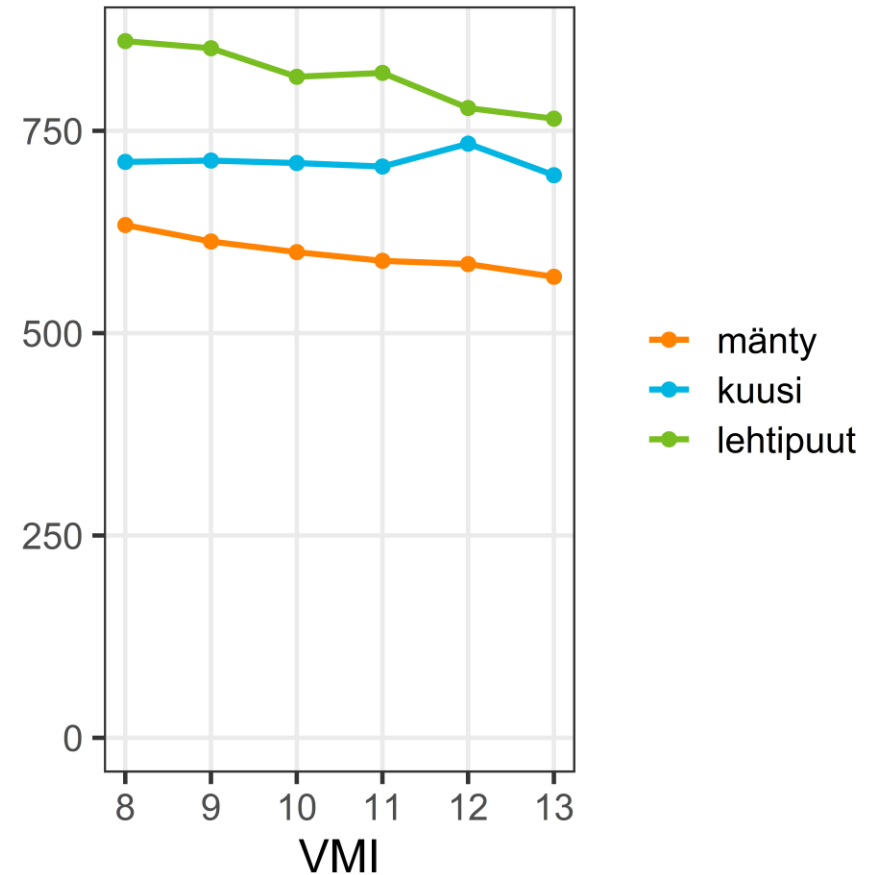
Puustobiomassa

Tg / vuosi



Suhde

kg/m³ runkotilavuutta



Puuston kasvun muutostrendit

- VMI13:ssa havaittiin **runkotilavuuden kasvun** alenema; aleneman mahdollisia syitä analysoidaan esim. julkaisussa [Henttonen ym. \(2024\)](#).
- Männyn ja lehtipuiden **muunnoskertoimissa** (koko puun biomassan kasvu / runkotilavuuden kasvu) on aleneva trendi.
- Tästä syystä **biomassan kasvun** suhteellinen alenema on jonkin verran runkotilavuuden kasvun alenemaa suurempi.

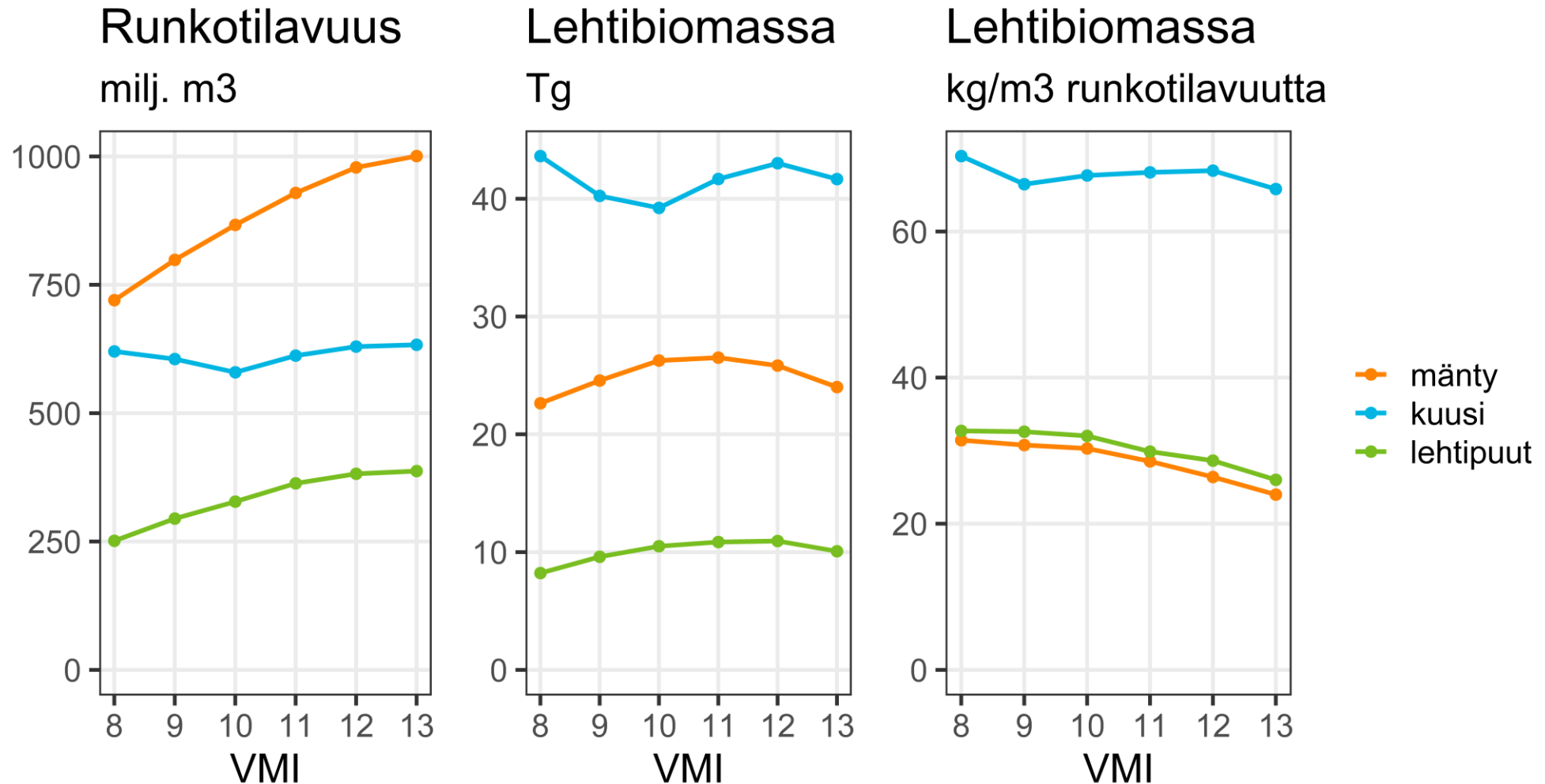
Kivennäismaametsien maaperän hiilivaraston muutos = **karikesyöte – hajotuksen seurauksena ilmakehään vapautuva hiili (Jaakko Heikkisen esitys)**

Karikesyöte:

Maaperään vuoden aikana siirtyvät kuolleet kasvinosat (ml. kuolleet puut)

- elävästä puustosta
- hakkuista, luonnonpoistumasta ja aluskasvillisuudesta

Elävän puuston runkotilavuus, lehtibiomassa ja lehtibiomassan suhde runkotilavuuteen kivennäismailla VMI8 (1986–1994) – VMI13 (2019–2023)



Elävän puuston varaston muutostrendit

- Runkotilavuuden lisääntyminen on hidastunut
- Männyn ja lehtipuiden lehtibiomassan ja runkotilavuuden suhde on pienentynyt tasaisesti. Mahdollisia syitä:
 - Läpimittajakauman muutos
 - Latvusten lyhentyminen
- Edellä mainittujen syiden seurauksena lehtibiomassan määrä on kääntynyt laskuun (ja puiden tuottaman lehtikarikkeen määrä on pienentynyt).

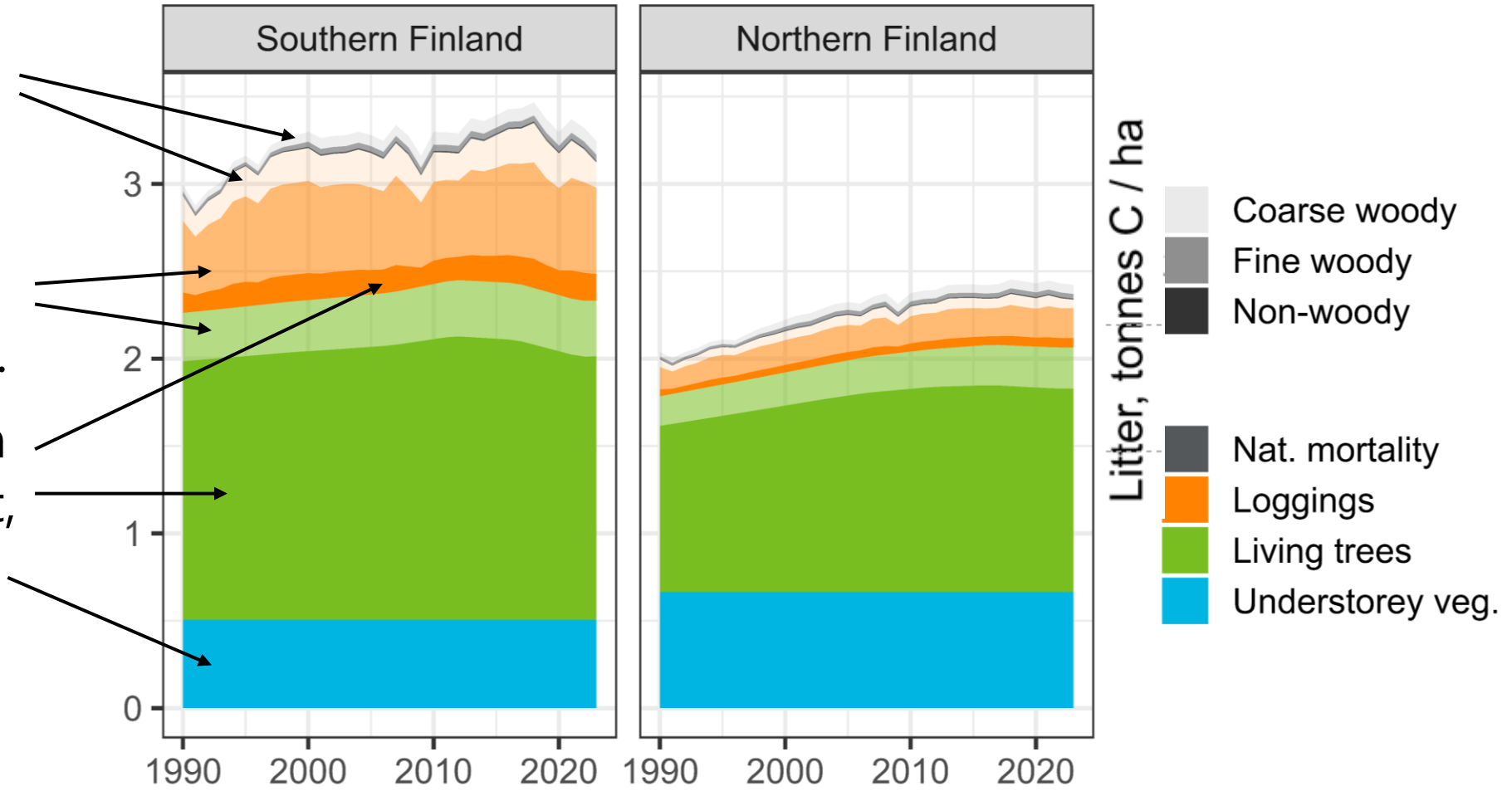
Kokonaiskarikesyöte kivennäismailla, tonnia hiiltä / ha

Coarse woody:

hakkuista syntyvät kannot ja hukkapuu, luonnonpoistuman rungot.

Fine woody: puiden oksat, juuret ja kuori.

Non-woody: Puiden lehdet ja hienoitujuuret, aluskasvillisuuden karikke.



KHKL:n kehittäminen

Biomassamallien päivittäminen

Käynnissä mallinnustyö, jossa Repolan ([2008](#), [2009](#)) aineistojen (2002 – 2003) lisäksi mm.

- VAPU, 1988 – 1990
- SUOPUU, 2008 – 2013
- HARKAS, 2001 – 2003
- TaimiCO2, 2022 – 2023

Uudempaa aineistoa ja erityisesti suopuusto paremmin edustettuna.

Karriekerrointen päivittäminen

- Esim. [Tupek ym. \(2015\)](#)

Kiitos!



luke.fi

Ojitettujen turvemaametsien maaperän hiilidioksidipäästö

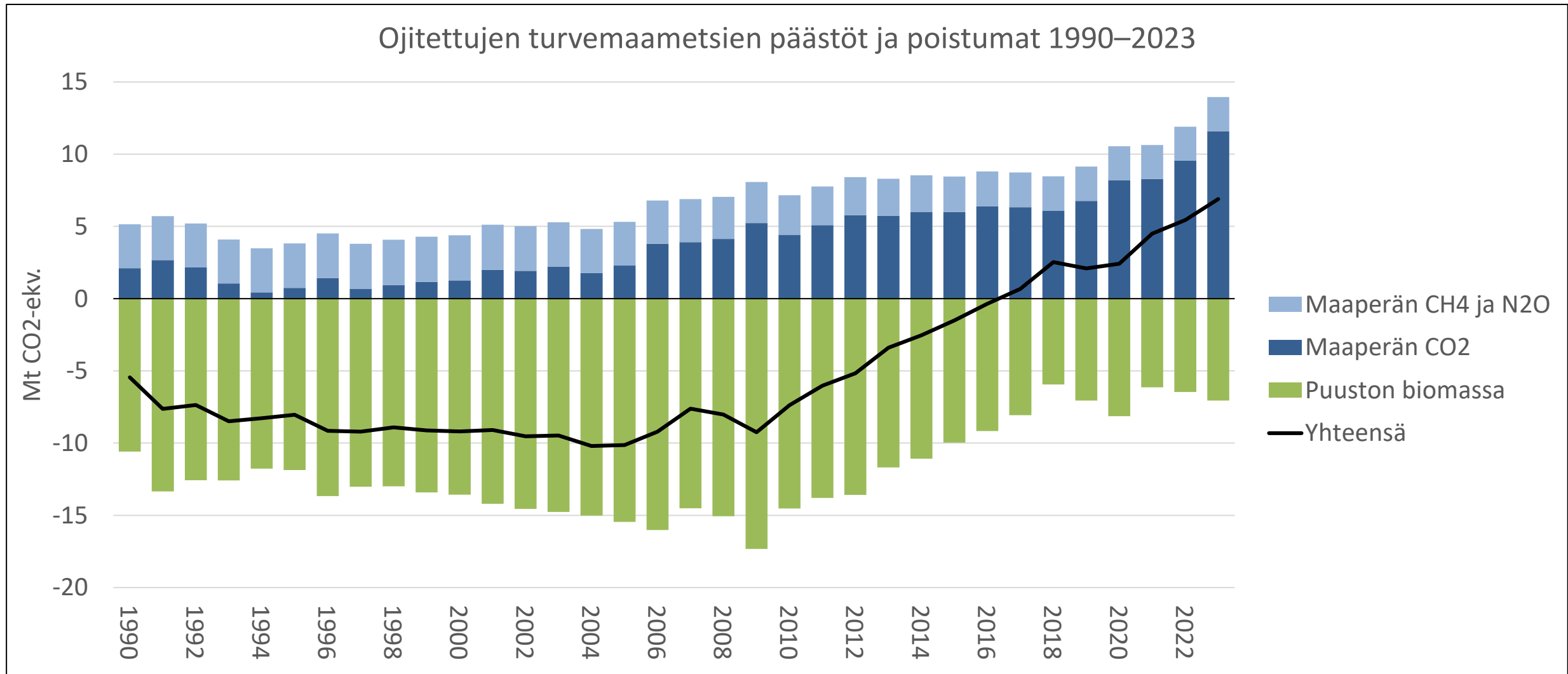
Metsien hiilitase... -webinaari 28.5.2025



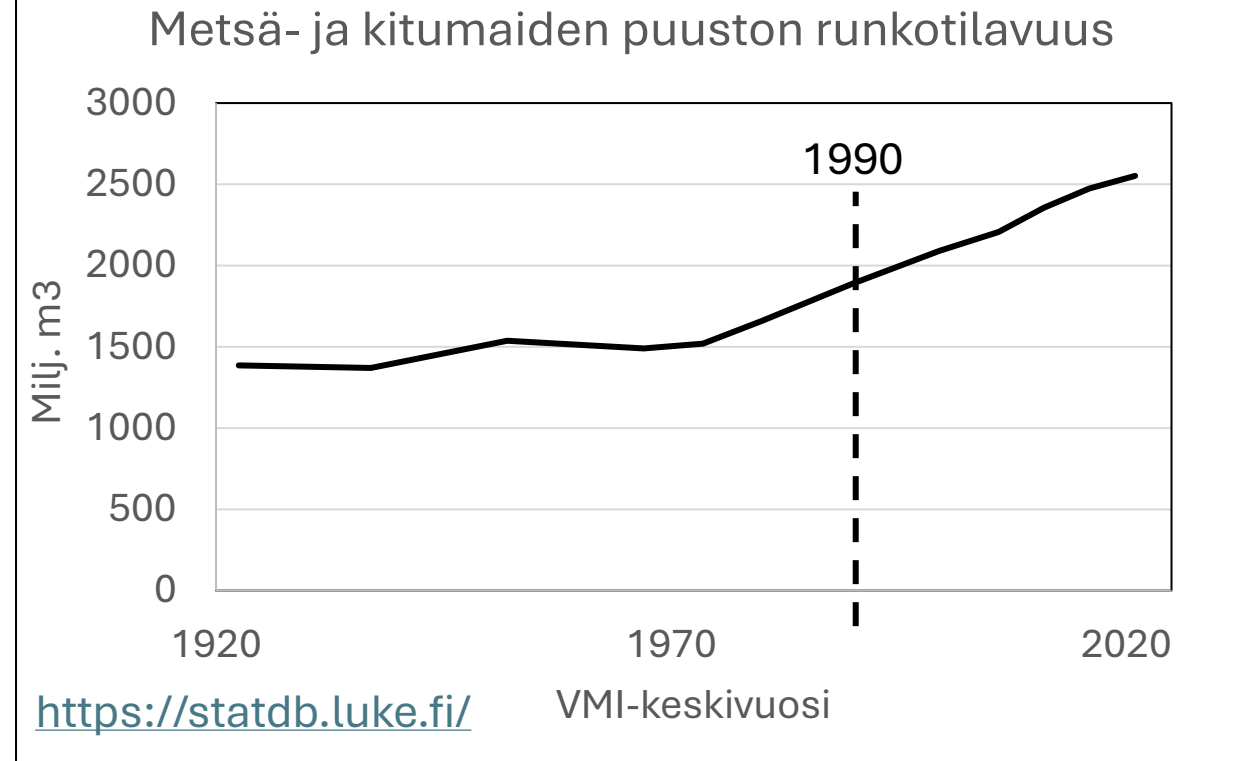
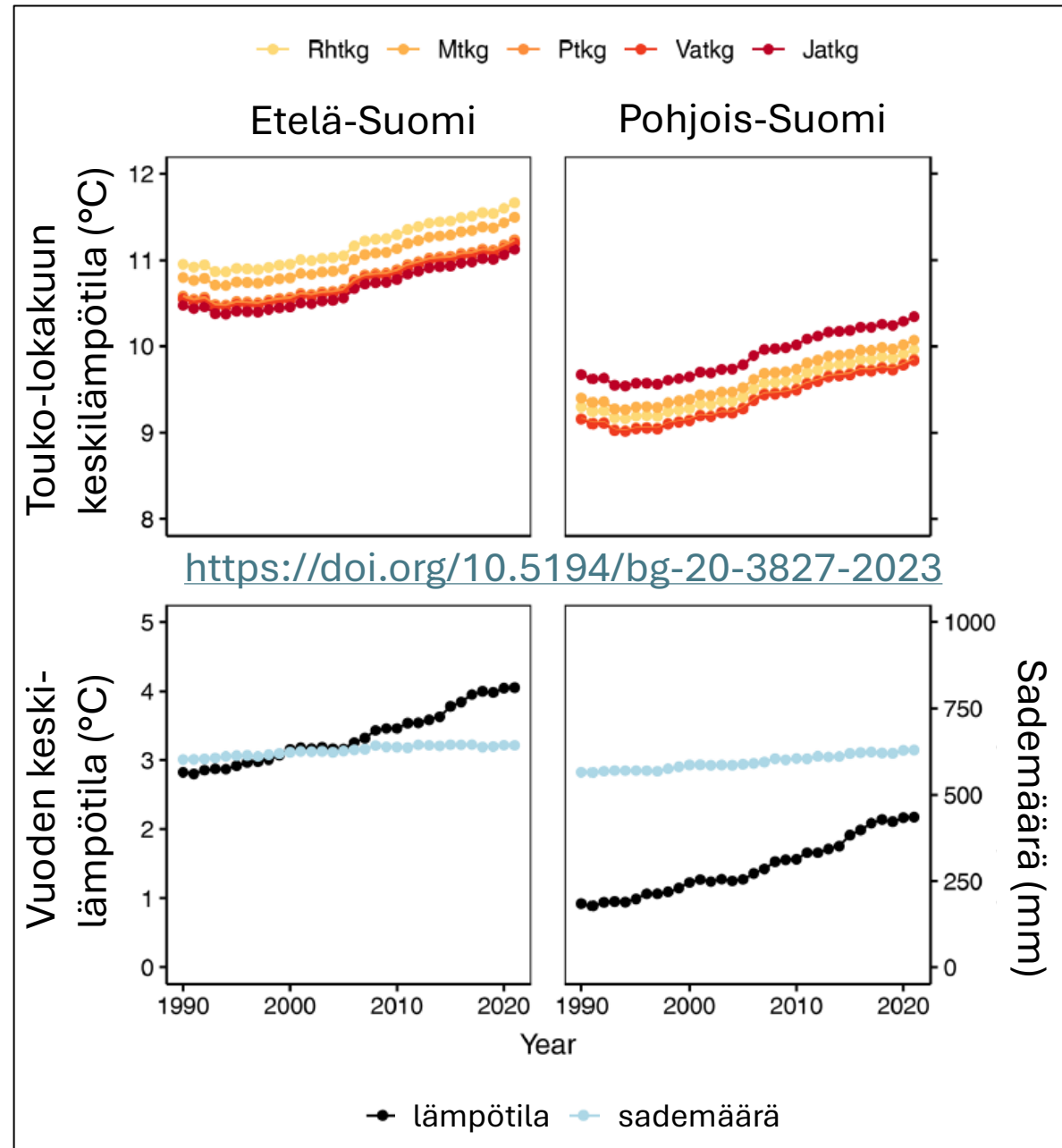
Paavo Ojanen
erikoistutkija, Luonnonvarakeskus
(ja yliopistotutkija, Helsingin yliopisto)

paavo.ojanen@luke.fi

Maaperän CO₂-päästöt kasvavat, miksi?

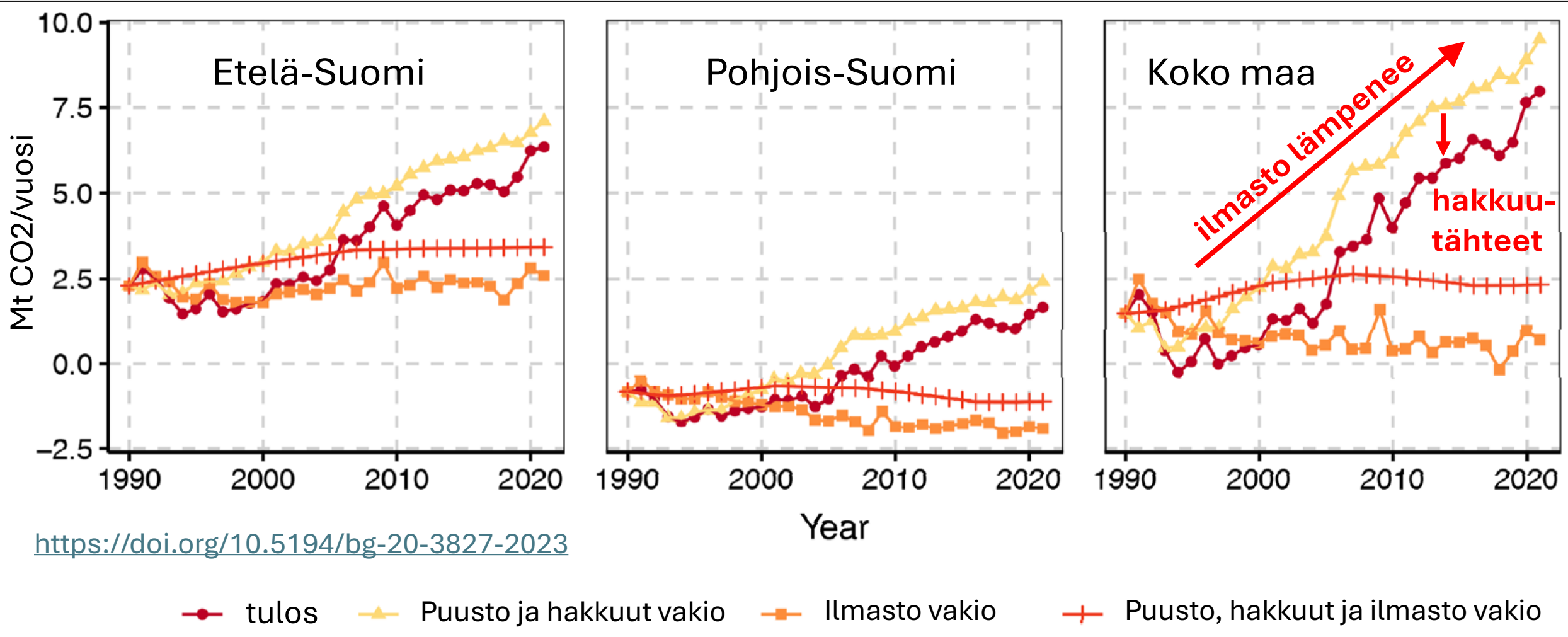


Mikä on muuttunut?



- Ojitettujen soiden pinta-ala ei ole merkittävästi muuttunut.
- Ilmasto on lämmennyt.
- Puustot ovat kasvaneet.
- Mikä on näiden rooli päästöjen kasvussa?

Ilmaston lämpeneminen aiheuttaa tuloksissa maaperän CO₂-päästöjen kasvun

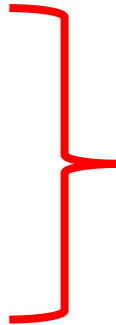


<https://doi.org/10.5194/bg-20-3827-2023>

Miten maaperän CO₂-päästöt voivat kasvaa niin paljon?

1. Turve on valtava, hapettomiin oloihin kertynyt hiilivarasto.
2. Turve hajoaa hapellisissa oloissa.
3. Hajottajat ovat vaihtolämpöisiä mikrobeja.

1. Hiilestä ei ole pulaa => hajotettavaa riittää.
2. Mitä syvemmällä vedenpinta on, sitä enemmän turvetta on hapellisissa oloissa => enemmän hajotusta.
3. Mitä lämpimämpää on, sitä nopeammin mikrobit hajottajat turvetta => enemmän hajotusta.



Ilmaston
lämpeneminen
lämmittää ja
kuivattaa
turvetta.

Ovatko maaperän CO₂-päästöt suuret?

- Vuonna 2023 päästöt **n. 270 g/m²/vuosi**
 - Boreaalisen vyöhykkeen vakiopäästökertoimilla olisi **n. 220 g/m²/vuosi**
 - Temperaattisen vyöhykkeen vakiopäästökerroin: **953 g/m²/vuosi**
 - Trooppisen vyöhykkeen vakiopäästökerroin: **5100–5500 g/m²/vuosi**
-
- Päästöissä on paljon kasvun varaa, kun ilmasto lämpenee.
 - Vedenpinnan nosto vähentäisi päästöjä, tai ainakin hidastaisi niiden kasvua.

Tulevaa menetelmäkehitystä

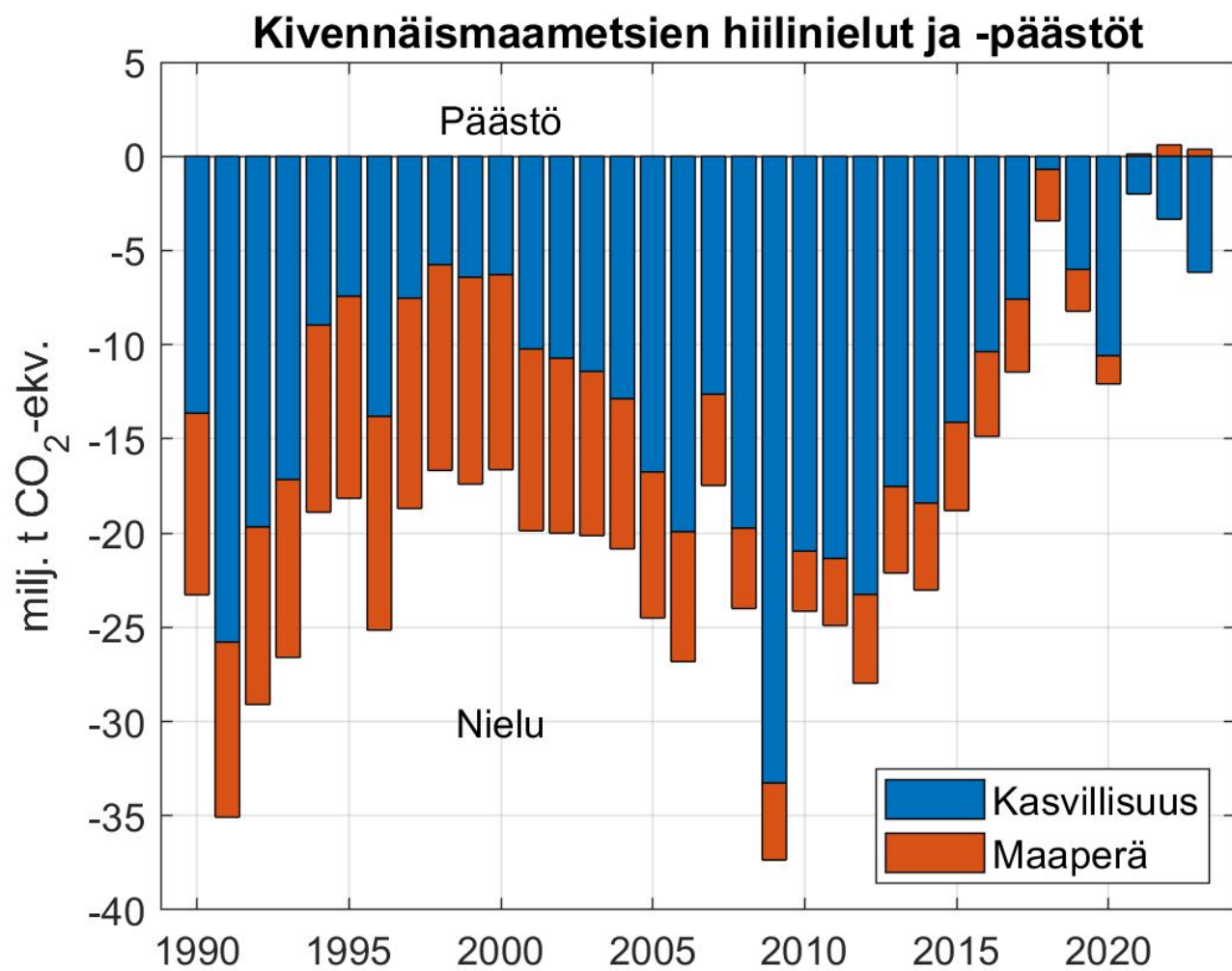
- Tällä hetkellä laskentamenetelmä kuvaa suuraluetasolla realistisesti päästöjen kehitystä, kun ojitus pysyy ennallaan.
- Lähivuosien kehitystavoitteita:
 1. Vedenpinnan syvyyden kuvaaminen niin, että menetelmä ottaa huomioon vedenpintaan vaikuttavat muutokset ojastossa.
 2. Metsien ”lyhyen kierron” hiilen ja turpeen hupenemisen erottelu.
 3. Työkalu, joka sopii sekä inventaarioon että erilaisten skenaarioiden tekoon niin metsikkö- kuin aluetasollakin.

Nämä ovat merkittäviä ja suuritoisia kehitysaskeleita!

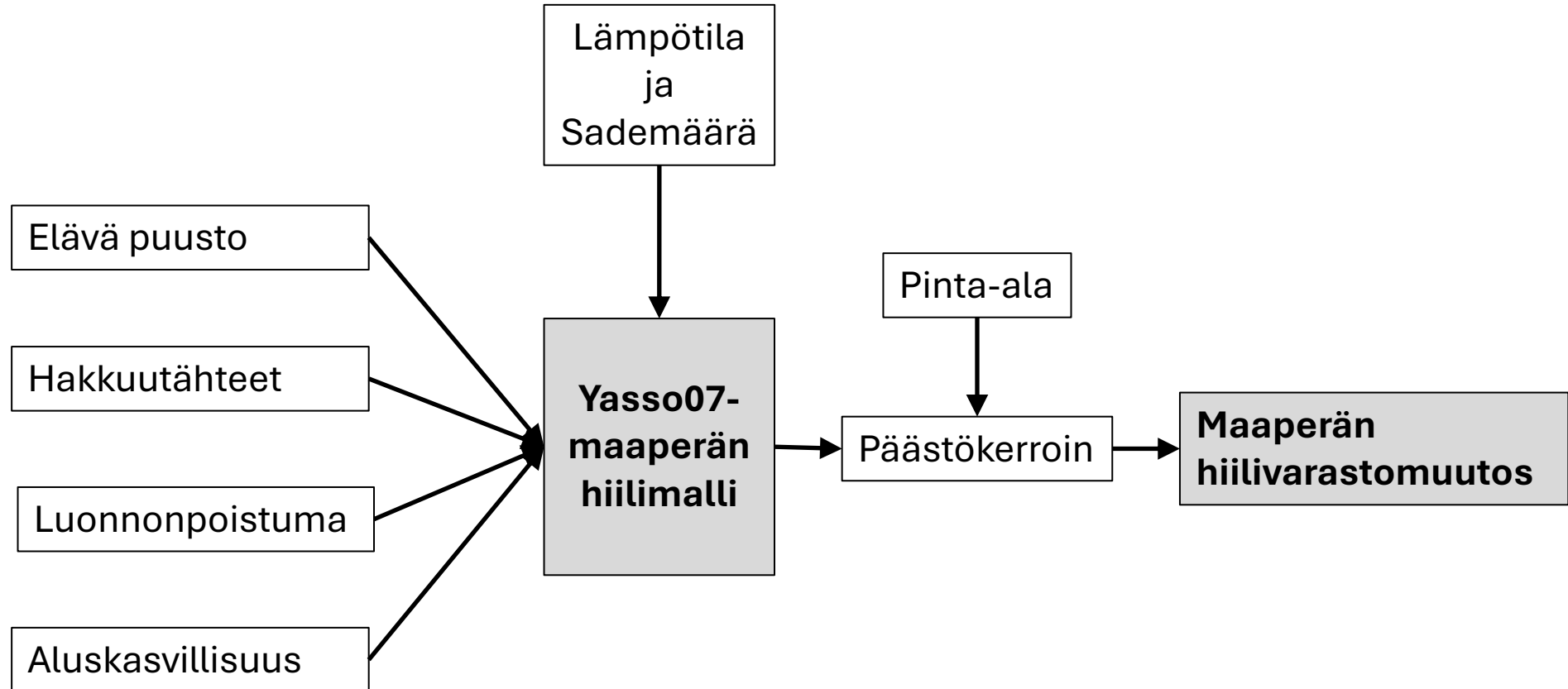
Kivennäismaametsien maaperän hiilivarastojen kehitys

Jaakko Heikkinen
Luonnonvarakeskus



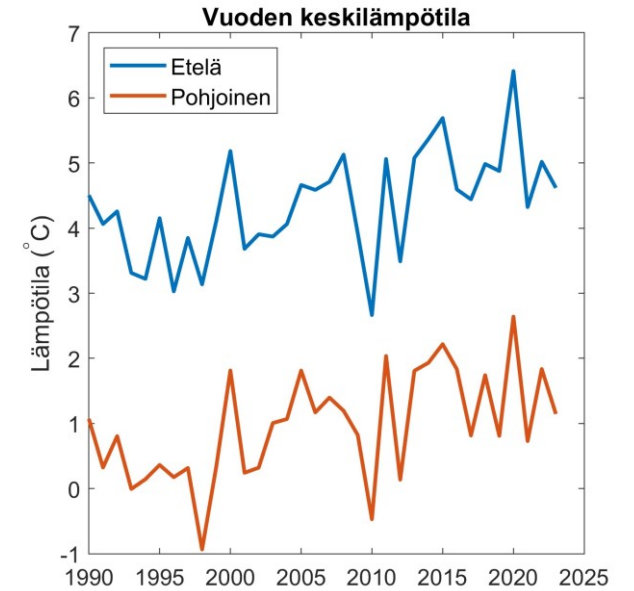
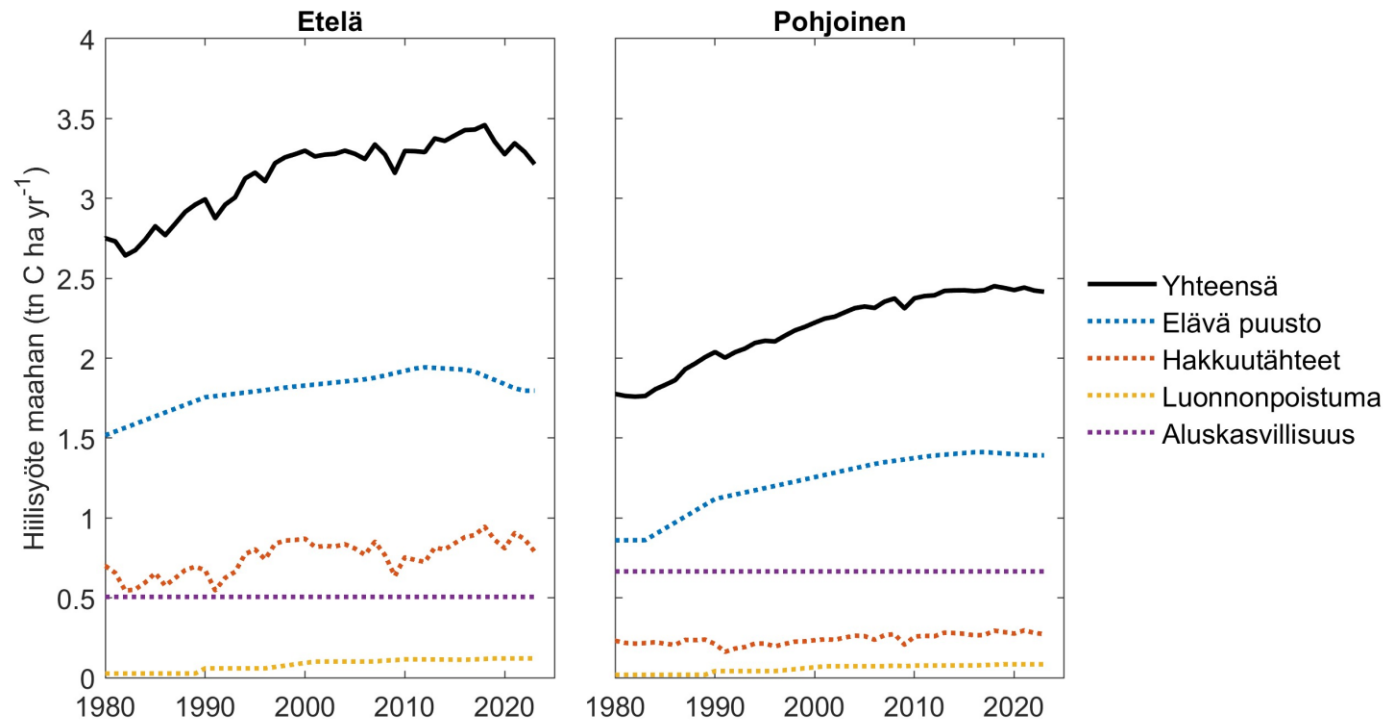


Kivennäismaametsissä maaperän päästöarvio perustuu mallinnukseen



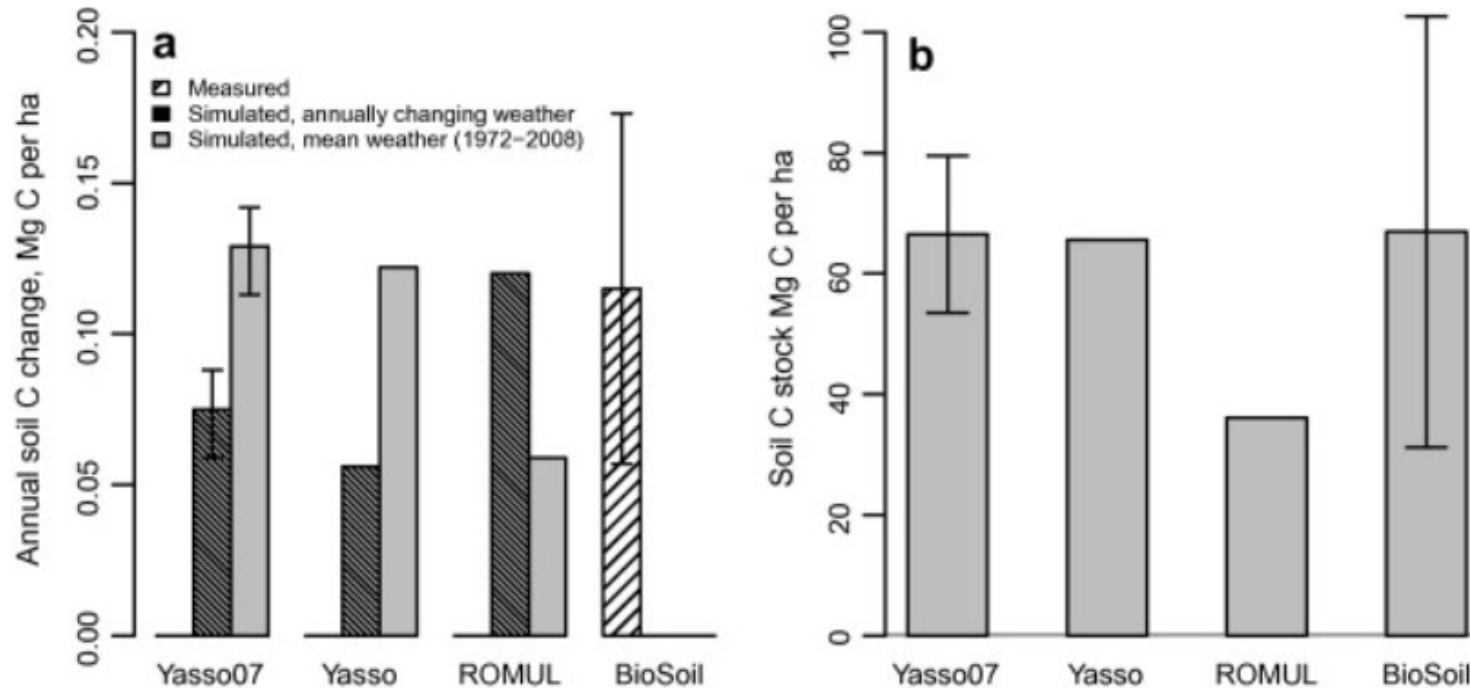
Maaperän hiilinielu on vähentynyt koska:

1. Ilmaston lämpeneminen kiihdyttää maassa olevan hiilen hajoamista
2. Maahan päätyvän hiilen määrän lisääntyminen on tasaantunut tai kääntynyt laskuun



3. Mitä enemmän maassa on hiiltä, sen vaikeammaksi sen kerryttäminen tulee

Mallinnustuloksia (Yasso07, Yasso, ROMUL) on verrattu BioSoil-koealaverkoston mittauksiin vuosilta 1986-2006 (Rantakari ym, 2012)



Rantakari, M., Lehtonen, A., Linkosalo, T., Tuomi, M., Tamminen, P., Heikkinen, J., ... & Sievänen, R. (2012). The Yasso07 soil carbon model—Testing against repeated soil carbon inventory. *Forest Ecology and Management*, 286, 137-147.

Tuleva kehitystyö:

- BioSoil-koealoilta otettujen tuoreimpien maaperänäytteiden (2024) vertaaminen KHK inventaarion tuloksiin
- Yasso20 malliin siirtyminen



Maa- ja metsätalousministeriö