

Ilmastoviisas ruokaketju – tutkimustuloksista käytännön ratkaisuihin

8.10.2025

Ilmatieteen laitos



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

FOOD2.0 | Valio

HKFOODS

Boosted by
BUSINESS
FINLAND

Ilmastoviisas ruokaketju – tutkimustuloksista käytännön ratkaisuihin

8:30 Aamukahvi ja verkostoituminen

9:00 Avaus ja viitekehys

- Tervetuloa ja avaussanat | *Jari Liski, Ilmatieteen laitos*
- Ilmastoviisas maatalous, politiikkakehys | *Birgitta Vainio-Mattila, Maa- ja metsätalousministeriö*
- Maanviljelyn ilmastovaikutukset | Tutkimuksen kokonaiskuva - *Jari Liski, Ilmatieteen laitos*
- Kaupallinen näkökulma | *Mikko Järvinen, HKFoods Finland Oy*

10:00 Tutkimustuloksia: Opit ja oivallukset

- Havaintoja pellolta | *Tuomas Mattila, Kilpiän tila ja Syke*
- Kasvihuonekaasujen todentamisjärjestelmä meillä ja muualla | *Liisa Kulmala, Ilmatieteen laitos*

10:35 Lyhyt jaloittelutauko

10:55 Opit ja oivallukset jatkuu

- Eläintuotannon ympäristökestävyys ja elinkaarianalyysi | *Sanna Hietala, LUKE*
- Viljelyn typpioksiduulipäästöjen vähennyspotentiali | *Kristiina Karhu, Helsingin yliopisto*
- Miksi yritystä pitäisi kiinnostaa? | *Ville Wahlberg, Baltic Sea Action Group ja Laura Ylimäki, Säästöpankkiryhmä*

11:45 Lounas ja verkostoituminen

13:00 Tiedosta toimintaan

- Hiilipäästöjen ja nielujen todentaminen | *Hilkka Heiskari-Tuohiniemi, Vaisala Oy*
- Ilmastoviisas typenkäyttö | *Mervi Seppänen, Yara Oy*
- Maataloudesta osaratkaisuja ilmastonmuutokseen | *Robert Harmoinen, Valio Oy*
- Tutkittua tietoa toiminnan tueksi | *Petteri Taalas, Ilmatieteen laitos*

14:00 Iltapäiväkahvi ja porinat

14:30 Paneelikeskustelu: Tiedosta toimintaan - mikä saa tuottajan liikkeelle?

Juha Nousiainen, Valio Oy
Iivari Kunttu, Hämeen Ammattikorkeakoulu
Birgitta Vainio-Mattila, Maa- ja metsätalousministeriö
Liisa Kulmala, Ilmatieteen laitos

Moderaattori: Layla Höckerstedt

15:15 Tilaisuuden päätös ja kiitokset



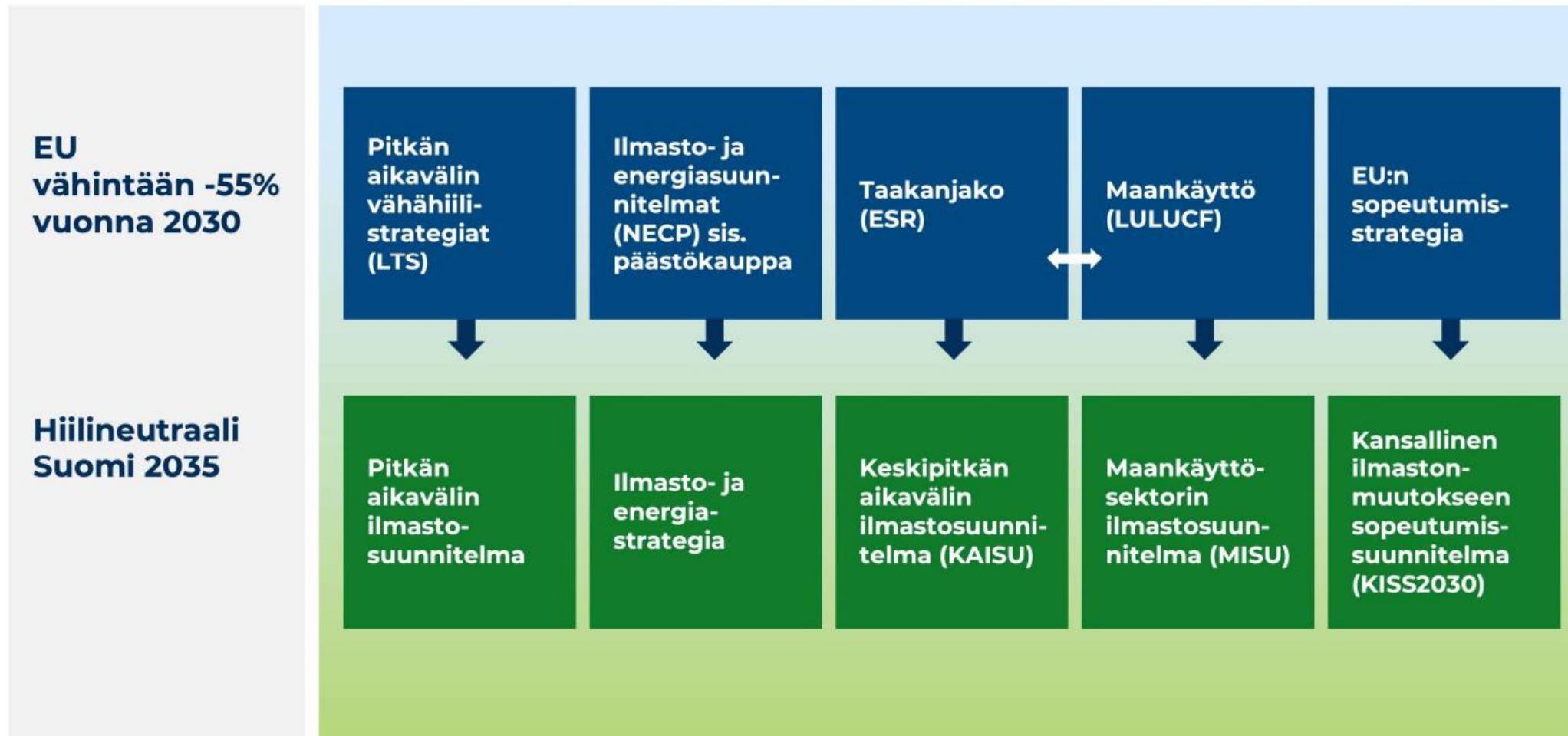
Ilmastoviisas maatalous, politiikkakehys

8.10.2025

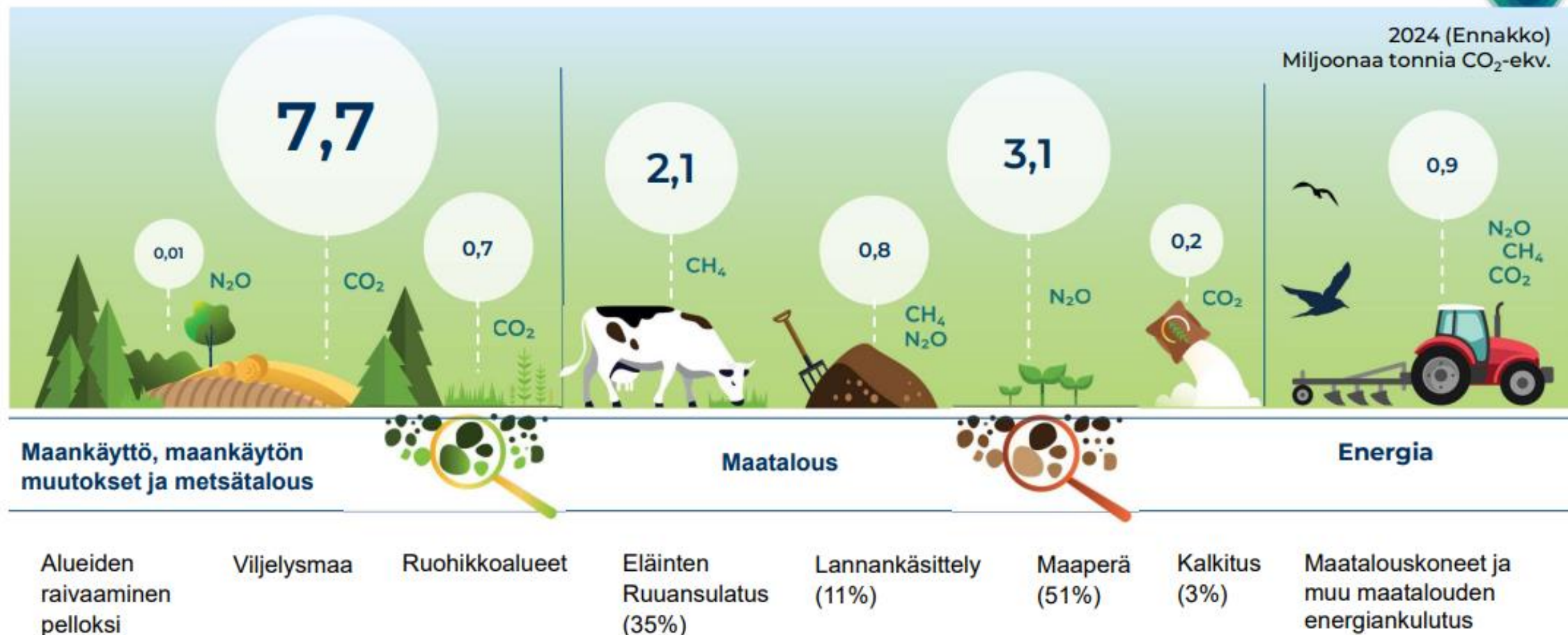
Birgitta Vainio-Mattila, Maa- ja metsätalousministeriö



EU:n ja kansallisen ilmastopolitiikan strategiat ja suunnitelmat



Maataloudesta lähtöisin olevat kasvihuonekaasupäästöt



Lähde:
Tilastokeskus/Ennakkotieto
15.1.2025

Kansallinen ilmastopolitiikka



- Ilmastolaki (27/2022)
 - Hiilineutraaliustavoite 2035, -60 % (1990-2030), - 80 % (2040) ja -90- -95% (2050)
 - Menossa ilmastolain arviointi ml. tavoitteet
 - Ilmastosuunnitelmat:
 - Keskipitkän aikavälin suunnitelma (KAISU, valmistumassa)
 - Energia- ja ilmastostrategia (EIS, valmistumassa)
 - Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma (MISU, 2022)
 - Kansallinen ilmastomuutokseen sopeutumissuunnitelma (KISS2030, 2022)
 - Ilmastovuosikertomus
- Hallitusohjelman mukaisesti valmisteltu jakeluvelvoitteen joustomekanismi
 - Polttoaineen jakelija voi täyttää uusiutuvan polttoaineen jakeluvelvoitettaan myös rahoittamalla Suomessa toteutettavia muita vaihtoehtoisia päästövähennystoimia.
 - Toimet voivat sisältää sekä päästövähennys- että hiilensidontatoimia taakanjakosektorilla ja maankäyttösektorilla:
 - [Valtioneuvoston asetus jakeluvelvoitteen joustomekanismista](#)
 - Esimerkkejä: metsitys, turvemaiden pohjavedenpinnan säätely ja nostaminen, ruokinnalliset keinot kotieläinten kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi, biohiilen käyttö maanparannusaineena, muut kuin 1–9 kohdassa mainitut päästövähennys-, hiilensidonta- ja hiilivaraston ylläpitotoimet taakanjako- ja maankäyttösektorilla.

EU ilmastolaki



- EU:n ilmastolaki (2021/1119) sisältää EU:n 2030 ja 2050 ilmastotavoitteet. Ilmastolain mukaan EU:n 2040 ilmastotavoite asetetaan varmistamaan 2050 tavoitteen saavuttaminen. Sisällytetään 2030 ja 2050 tavoitteiden välitavoitteeksi.
- Komission tiedonanto vaikutusarviointeineen annettiin alkuvuodesta 2024; tiedonannon fokuksessa oli 2040 ilmastotavoite ml. 2030-2050 päästövähennyspolut.
- Vuodelle 2030 asetettu päästövähennystavoite on 55 % vuoden 1990 tasoon verrattuna.
- Heinäkuussa 2025 komissio antoi ehdotuksen [EU:n ilmastolain muuttamiseksi](#) muun muassa sisällyttämällä siihen EU 2040 tavoite -90 % (1990-2040). Vuoden 2026 jälkipuoliskolla annettaneen muu asiaa koskeva lainsäädäntö.

EU hiilimarkkinat



- EU:n asetus (EU) [2024/3012](#) pysyvää hiilenpoistoa, hiiliviljelyä ja hiilen varastointia tuotteisiin koskevasta unionin sertifiointikehyksen perustamisesta (CRCF)
- Asetusta tarkastellaan uudelleen vuonna 2026 koskien kotieläinten päästöjä ja EU:n ulkopuolisia sertifioituja ilmastoyksikköjä; sekä vuonna 2027 koskien EU2040-ilmastotavoitteiden linjauksia, hiilenvarastointia kolmansissa maissa, biomassan käytön ympäristövaikutuksia, vaikutuksia ruokaturvaan ja sertifiointin kustannuksia.
- EU:n yhteinen CRCF-rekisteri toiminnassa 2028 lähtien.
- Valmistelussa delegoidut säädökset erilaisille hiilen poistotoimille. Ensimmäisten julkaisu loppuvuodesta 2025:
 - Kivennäismaat: khk- päästöjen vähentäminen, hiilen sitominen maaperään, peltometsäviljely
 - Turvemaat: vettäminen, ennallistaminen

EU:n monivuotinen rahoituskehys 2028-2034



Monivuotinen rahoituskehys 2028-2034



- Enemmän joustoa, jotta pystytään toimimaan ja reagoimaan nopeammin.
- Yksinkertaisemmat, linjakkaammat ja harmonisemmat EU:n rahoitusohjelmat, jotta rahoitusmahdollisuudet löytyvät helpommin.
- Budjetti, missä pystytään paremmin huomioimaan alueelliset/paikalliset tarpeet – kansalliset ja alueelliset kumppanuussuunnitelmat (National and Regional Partnership Plans (NRP)):
 - 14 rahastoa yhteen ml. CAP
 - 865 mrd. € (43 % ilmastoon ja ympäristöön): CAP "korvamerkitty" minimi 300 mrd. € , mistä 293,7 mrd. € tukemaan viljelijöiden tuloja (Suomi 4,8 mrd. €) ja 6,3 mrd. € markkinahäiriöihin
- Tulee huomioida, että kyseessä on vasta komission ehdotus ja se tulee muuttumaan kokonaisuuden jatkokäsittelyn yhteydessä.
- [EU:n monivuotinen rahoituskehys 2028-2034](#)



EU:n yhteinen maatalouspolitiikka 2028- 2034

CAP 2028-2034



- Keskeiset elementit:
 - Perustuu tuloksellisuuteen ('performance') ja strategiseen suunnitteluun.
 - Viljelijöiden tulotuki turvataan ja sitä kohdennetaan, CAP:n erityispiirteet säilytetään.
 - Yksinkertaistaminen: vähemmän yksityiskohtia, laajempi kertakorvausten käyttö, yhteiset ja harmonisoidut säännöt, helpompi pääsy muihin rahoituslähteisiin esim. tutkimus, kilpailukykyrahasto.
 - Synergiat: kokonaisvaltainen ja integroitu lähestymistapa maaseutualueiden haasteiden ratkaisemiseksi.
 - Resilienssi: vastataan kriiseihin ja kasvaviin markkinaepävarmuuksiin mm. erityisen yhteisön turvaverkon (Unity Safety Net) kautta.
- Tavoitteena on, että EU-tasolla on vähemmän yksityiskohtia ja jäsenvaltioille annetaan enemmän joustavuutta.
- EU-tasolla määritellään tavoitteet, indikaattorit, CAP:in tukitoimenpiteet sekä kansalliset tai alueelliset suositukset.
- Jäsenvaltiotasolla valmistellaan kansalliset suunnitelmat ja toimeenpannaan politiikka. CAP:in tukitoimenpiteet voidaan räätälöidä tarpeiden mukaan.



CAP 2028-2034 poimintoja

- Nykyisen CAP:in I pilarin ekojärjestelmät ja II pilarin ympäristötoimenpiteet yhdistettäisiin.
- Monet nykyisen CAP:in tukitoimenpiteet säilyisivät:
 - mm. tulotuki (degressiivisyys alk. 20 000 € ja tukikatto 100 000 €), tuotantoon sidottu tuki, luonnonhaittojen ja muiden aluekohtaisten rajoitteiden tuki, ympäristö- ja ilmastotoimia koskevat tuet, investointituet, tuki nuorille/uusille viljelijöille, maaseudun yritysten ja startup-yritysten toiminnan aloittamiseen liittyvät tuet
- Ei merkittävää haittaa- periaate (Do No Significant Harm (DNSH)) CAP:iin
- Tulee huomioida, että kyseessä on vasta komission ehdotus ja se tulee muuttumaan kokonaisuuden jatkokäsittelyn yhteydessä.



Kaukokulkeutumisopimuksen Göteborgin pöytäkirja ja sitä vastaava EU:n päästökattodirektiivi

Ammoniakin päästövähennysvelvoite



- Kansainväliset sopimukset ja EU:n lainsäädäntö edellyttävät, että Suomi vähentää ammoniakkipäästöjä ilmaan.
- Päästövähennysvelvoitteista päätetään kaukokulkeutumisopimuksen Göteborgin pöytäkirjassa ja sitä vastaavassa EU:n päästökattodirektiivissä.
- Göteborgin pöytäkirjan mukaan Suomen ammoniakkipäästöjen tulee olla vuodesta 2020 alkaen vähintään 20 prosenttia pienemmät kuin vuoden 2005 päästöt. Pöytäkirjan velvoitteet pantiin EU:ssa täytäntöön päästökattodirektiivillä (2016/2284).
- Suomen ammoniakkipäästöistä noin 90 prosenttia on peräisin maataloudesta, joten myös pääosa vähennystoimista kohdistuu maatalouteen.
- [Toimintaohjelma maatalouden ammoniakkipäästöjen vähentämiseksi Suomessa vuosille 2021–2027](#)



Teollisuuspäästödirektiivi (IED)

IED 2.0



- Uudistettu teollisuuspäästödirektiivi ([IED 2.0](#)), tuli voimaan elokuun 2024 alussa.
- Komissio ehdotti soveltamisalaan suuria nautatiloja sekä sikojen ja siipikarjan soveltamisalakynnyksien laskemista merkittävästi (raja 150 ey) → EU-tasolla 20 000 eläinsuojan sijasta 185 000 eläinsuojaa.
- Nautoja ei kuitenkaan lisätty soveltamisalaan. Nautojen mukaan ottamista arvioidaan uudelleen vuoden 2026 lopussa.
- Sikojen ja siipikarjan ja yhdistelmätilojen eläinyksikkötasot asettuivat välille 280-350 ey.
- Luomutuotanto ja sikojen laajaperäinen tuotanto (eläintiheys alle 2 LSU/ha + ulkonaolovaatimus) rajattiin soveltamisalan ulkopuolelle.
- Laadinnassa parhaita käytettävissä olevia tekniikkoja (BAT) koskevat vaatimukset. Näistä yhteisistä toimintasäännöistä päätetään kesällä 2026 komission täytäntöönpanopäätöksellä.
- Tilojen vaatimukset tulevat voimaan asteittain tilakoon perusteella vuosina 2030-2032.
- Teollisuuspäästödirektiivi on Suomessa laitettu täytäntöön ympäristönsuojelulailla.



Politiikoiden ja lainsäädännön yksinkertaistaminen ja täytäntöönpanon parantaminen

EU yksinkertaistaminen ja täytäntöönpano



- **Omnibus I (26.2.2025)**
 - Kestävyyssraportointidirektiivi (CSRD)
 - Direktiivi yritystoiminnan kestävää toimintaa koskevasta huolellisuusvelvoitteesta, yritysvastuudirektiivi (CSDDD)
 - EU-taksonomia (EU Taxonomy Regulation)
 - Hiilirajamekanismi (CBAM)
- **Omnibus II (26.2.2025)**
 - InvestEU ja Euroopan strategisten investointien rahasto (ESIR) -ohjelmat
- **Omnibus III (14.5.2025)**
 - CAP – luomutilat, pysyvän nurmen määritelmä, hyvän maatalouden ja ympäristön vaatimukset (GAEC), uusi täydentävä kriisituki jne.
- **Omnibus IV (21.5.2025)**
 - Pienet keskisuuret (small mid-caps)
- **Omnibus V (17.6.2025)**
 - Puolustus
- **Omnibus VI (8.7.2025)**
 - Kemikaalit
- **Omnibus (ympäristö) ja Omnibus ruoka (annetaneen loppuvuodesta 2025)**



Maa- ja metsätalousministeriö



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Maanviljelyn ilmastovaikutukset - Tutkimuksen kokonaiskuva

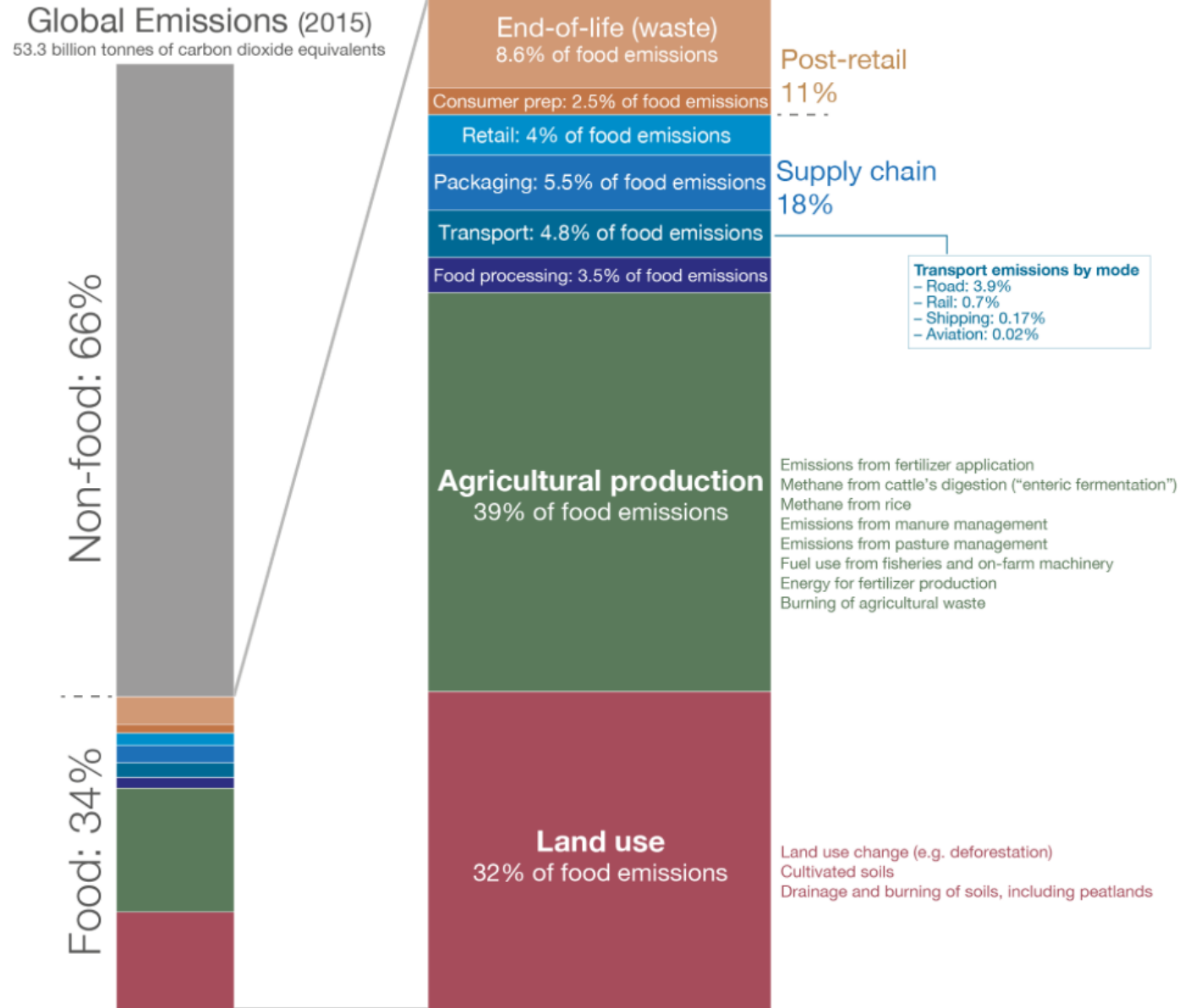
Jari Liski

8.10.2025

Ilmastoviisas ruokaketju – tutkimustuloksista
käytännön ratkaisuihin



One-third of global greenhouse gas emissions come from food systems



Two-thirds of food systems emissions come from agriculture and land use

Tutkimuksen tasot



Yhteiskunnan hyöty

Maatilojen toimeenpano

Viljelytoimet

Prosessit maaperässä ja kasveissa

Tutkimuskysymykset

- Miten maanviljelyn ilmastovaikutuksia voidaan parantaa?
- Miten muutoksia voidaan todentaa?
- Miten muutoksia voidaan panna toimeen?

Uudistava maanviljely

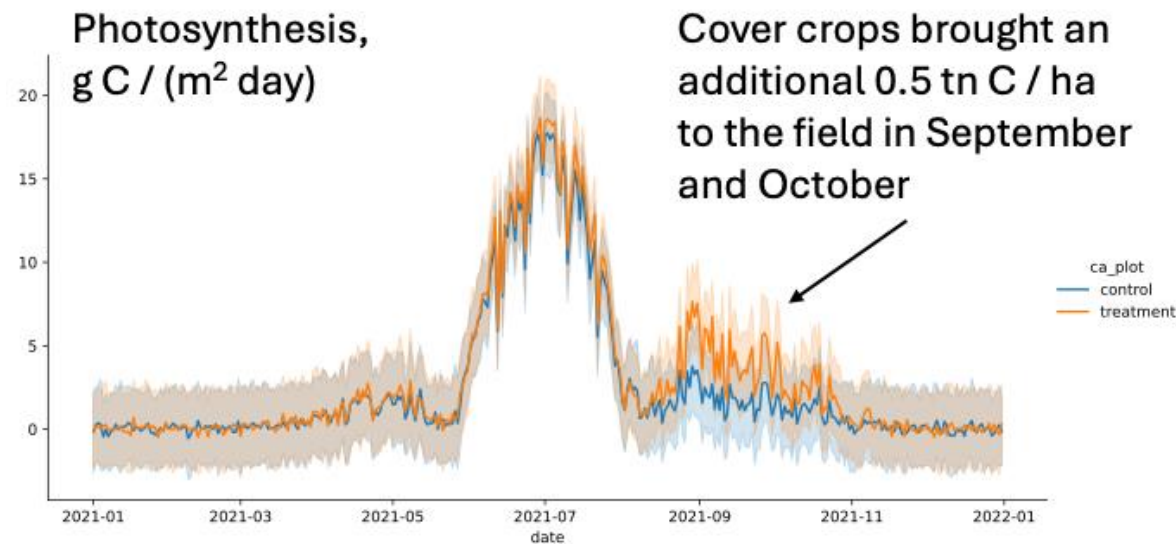
- ✓ Jatkuva kasvipeite
- ✓ Tasapainoinen kasvinravitseminen
- ✓ Korkea lehtiala



- ✓ Lisää heikkokuntoisilla mailla mikrobeja alkupanokseksi
- ✓ Kasvata suuria juuristoja
- ✓ Pidä pellot hyvän tuoksuisina

- ✓ Minimoi muokkaus ja häiriöt
- ✓ Minimoi torjunta-aineiden käyttö
- ✓ Ylläpidä kestäviä muruja ja hyvää rakennetta

Viljapeltojen maaperän hiilisyötettä voidaan lisätä aluskasveilla

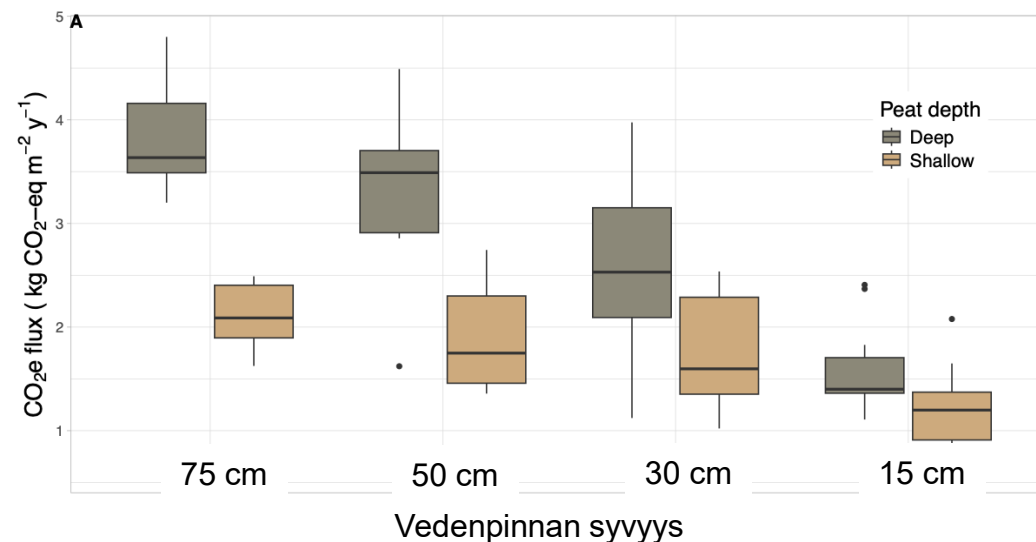


Toisella puolella kasvaa viljan aluskasvina Italianraiheinää. Toista puolta Jaakko Kangas viljelee samaan tapaan kuin tekisi muutenkin. Heinä saa yhteyttää pellossa talven yli. Maa muokataan vasta keväällä ennen kylvöä.

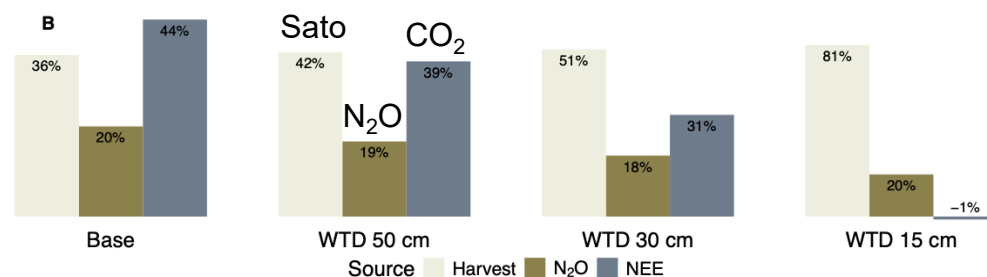
Fig. 8. Application of the Carbon Action MRV system to a carbon farming experiment on an ordinary farm. Cover crops increased soil carbon input by approximately 0.5 tons per hectare in September and October compared to the no-cover-crop control, representing about 10% of the annual input.

Turvepeltojen CO₂- ja N₂O-päästöjä voidaan vähentää nostamalla vedenpintaa

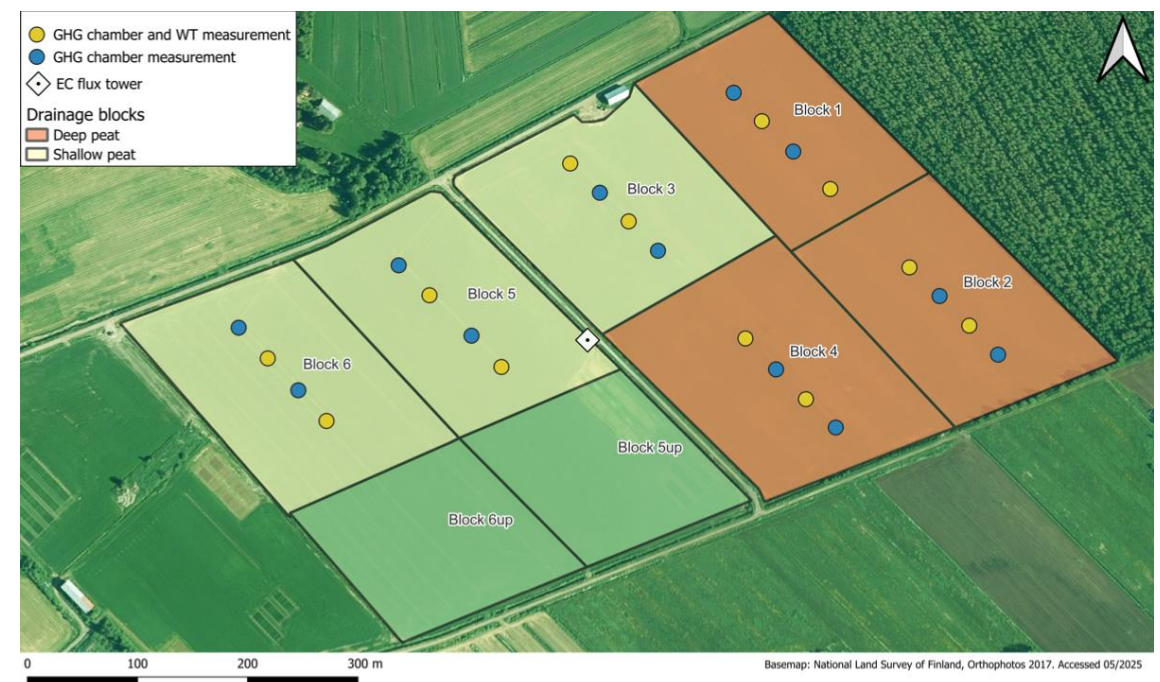
A. CO₂ ja N₂O ilmastovaikutus yhteensä



B. Ilmastovaikutuksen osat



Ruukin koekenttä



Peltojen hiilitaseen laskentajärjestelmä

1. Biomassan kasvu päivittäin: Peruslohkotunnus

- > Pellon koordinaatit -> Satelliittipikselit + säädata
- > Yhteytysmalli

2. Maaperän hiilivarasto ja -tase vuosittain:

Maaperän hiilimäärä, maaperän hiilisyöte

- > Yasso-maaperämalli

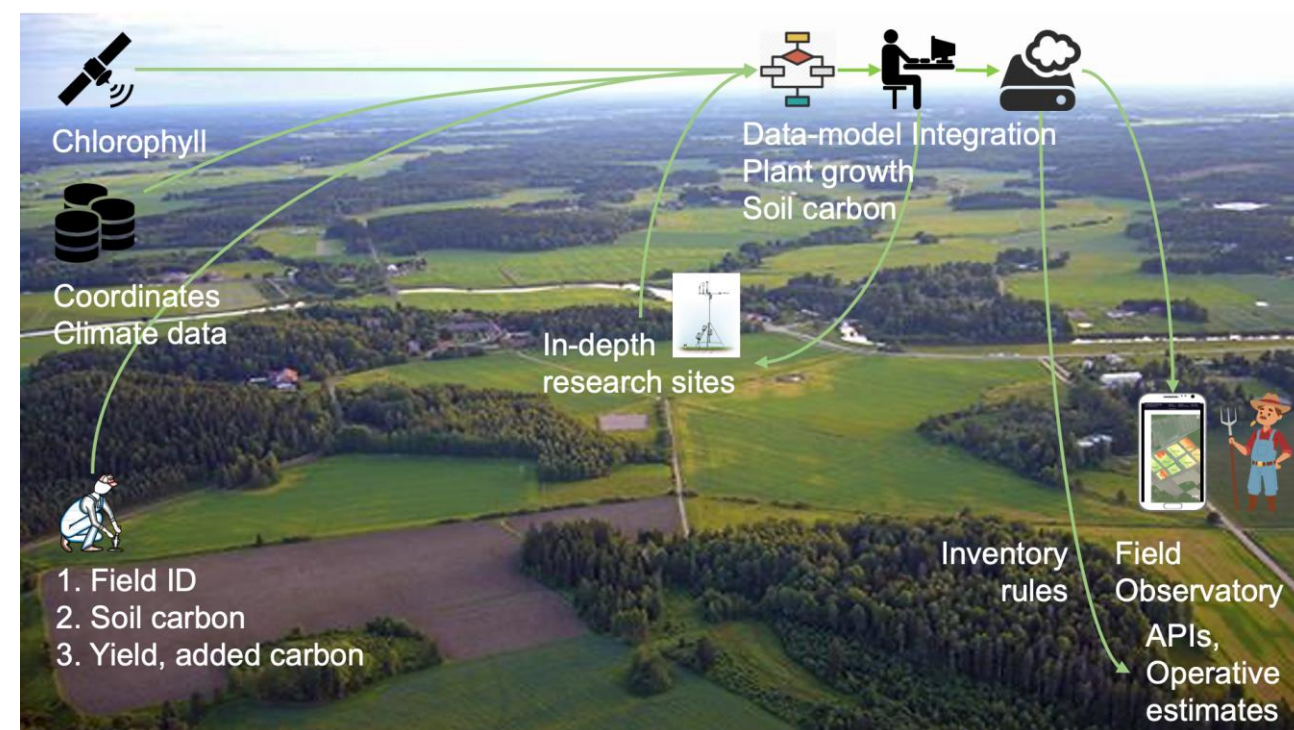
Maaperän hiilisyöte vuodessa = Biomassan kasvu - sato + tuotu orgaaninen aine

Biomassan kasvun virhe $\approx 10\text{--}15\%$

Pellon hiilitaseen virhe $\approx 1.5 \text{ tn C/ha v}^*$

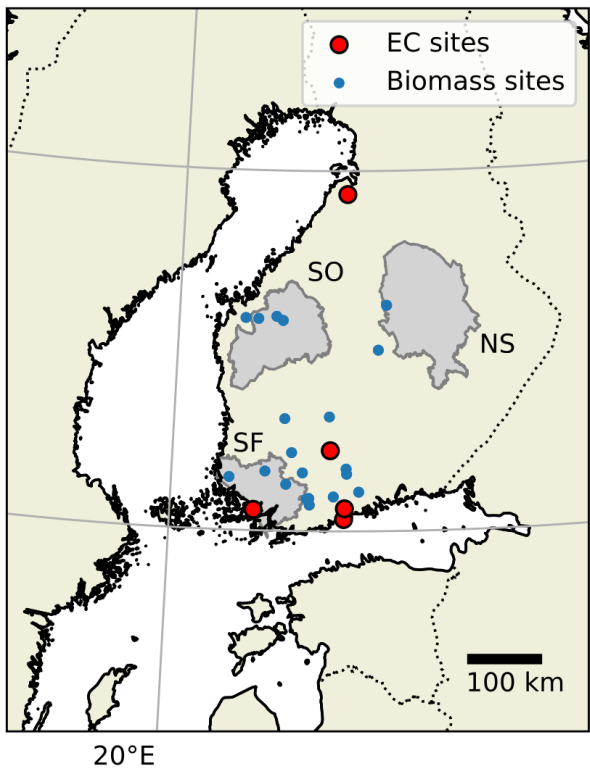
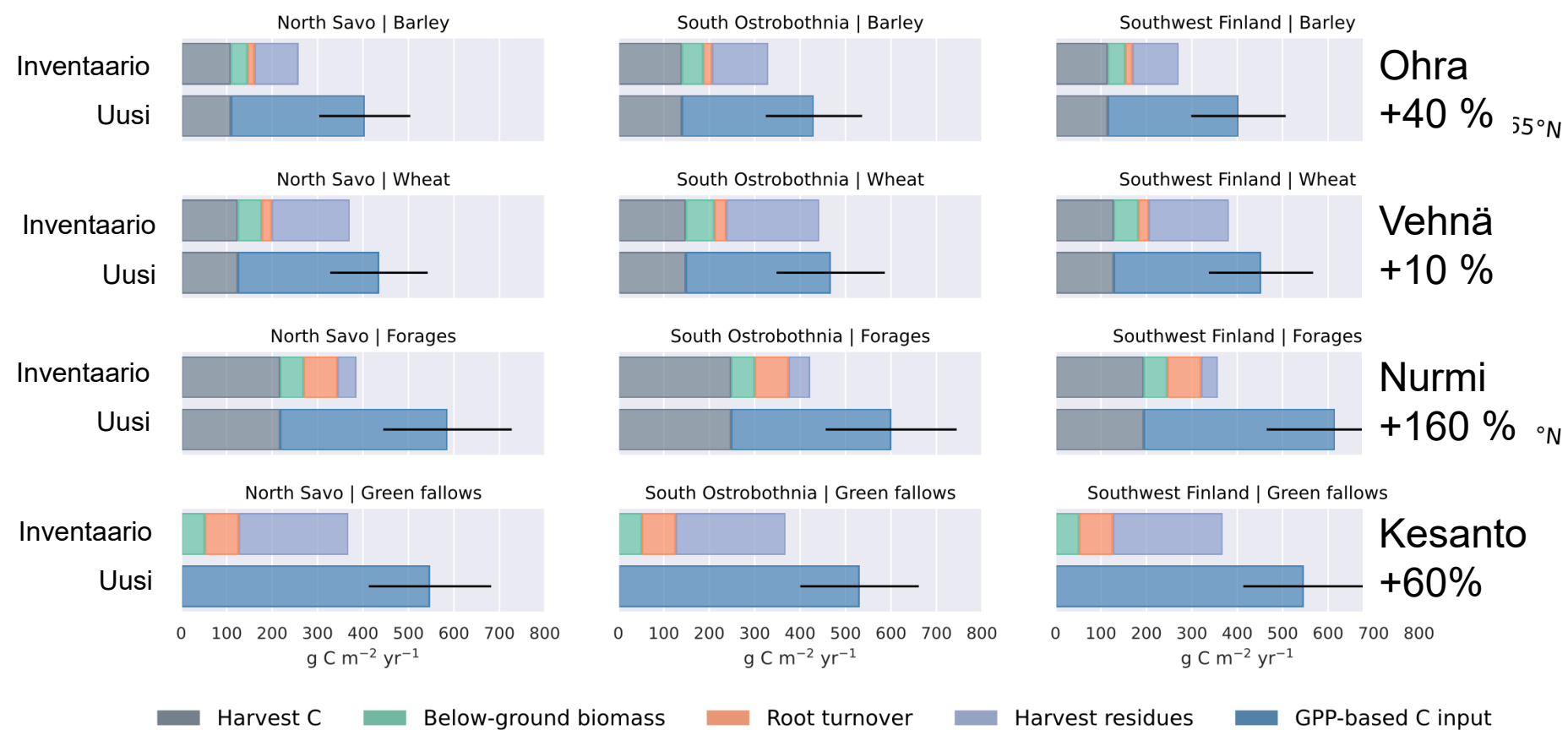
Hiilinielu/-lähde oikein 85 % tapauksissa, 100 %, jos hiilinielu $> 1 \text{ tn C/ha v}^*$

*29 mittausvuotta 10 tutkimuspelloilta Euroopasta



Hiilisyöte peltoihin oli vertailussa merkittävästi suurempi kuin Suomen inventaariossa

Maaperään tuleva hiili = palkkien värillinen osa



Hiilensidonnan arvo muodostuu ilmastollisesta ja taloudellisesta osasta

- Ilmastollinen arvo
 - Sopimuksen pituus
 - Hiilen sidonta- ja vapautumisnopeus
 - Diskonttokorko
 - Mittausepävarmuus
- Taloudellinen arvo
 - Hiilen hinta
 - Viljelyn kustannukset
 - MRV-kustannukset
 - Poliittika ja tuet
 - Markkinakysyntä ja luottamus

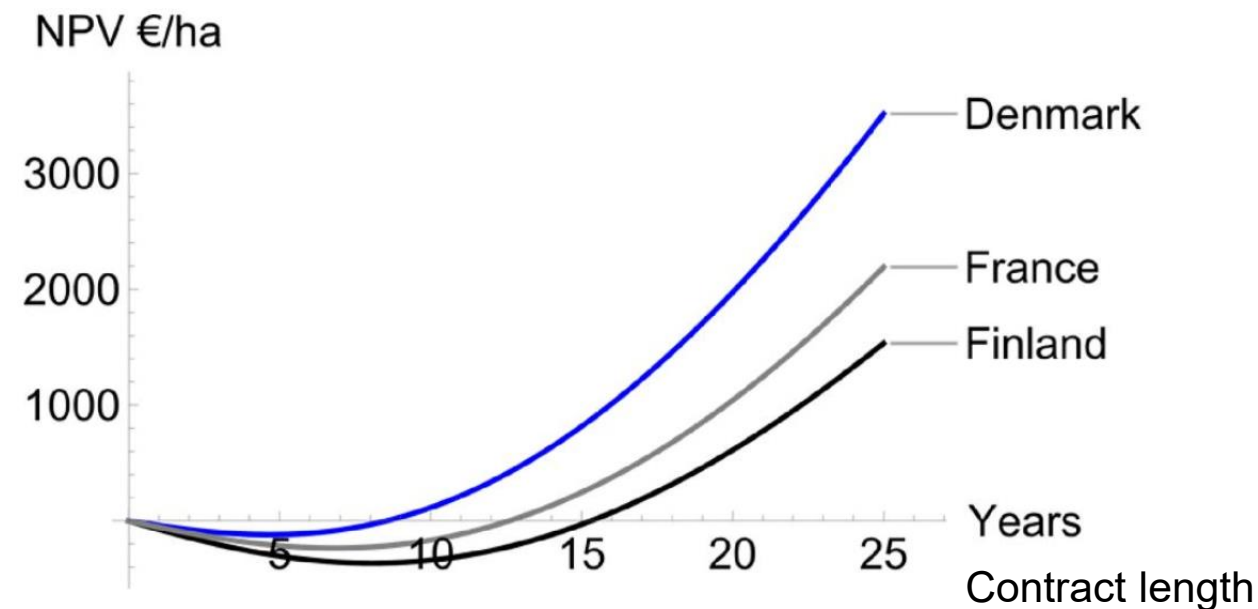


Figure 3. The net present value (NPV) of credit revenue, subtracted by the additional cost related to catch crops with a 50 e/tCO₂e credit price.

HKFOODS

Ilmastoviisas ruokaketju – Kaupallinen näkökulma

Mikko Järvinen

Liiketoimintajohtaja, liha

8.10.2025



HKFoods Oyj

- Tuotantoa **Suomessa ja Puolassa**
- Liikevaihto **1 001,8 M€*** (2024)
- Vertailukelpoinen liiketulos **27,7 M€*** (2024)
- **3 000** työntekijää (2024 keskimäärin)
- **n. 2 200** sopimustuottajaa
- Paikallista ruokaa, vahvat brändit
- Pyrkimyksenä saavuttaa nettonolla kaikkien kasvihuonekaasujen päästöjen osalta 2050 mennessä

*Jatkuvat toiminnot





**Matkalla jalanjäljistä digitaalisiin kädenjälkiin
tutkimus- ja kehityshankkeen avulla**

**Datalla johtaminen ja digitaalisuus
ovat ilmastotyön ratkaisun avaimia.**

Boosted by
**BUSINESS
FINLAND**

**Konsortiossa
mukana**

HKFOODS



Mtech



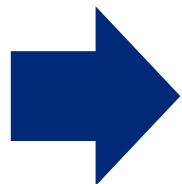
From footprints to digital handprints hankkeen tavoite

- Hankkeen tavoitteena on edistää vastuullisen ruoantuotantoekosysteemin kehittymistä Suomessa. Projektissa kehitetään menetelmä hiili- ja kasvihuonekaasujen vähentämiseksi ja edistetään elintarvikedatan infrastruktuurin kehittymistä digitalisaation avulla.
- HKFoods'in osaprojektissa tutkitaan ja kehitetään vastuullista ja ympäristöystävällisempää ruokaketjua ekosysteemiyhteistyön ja digitalisaation avulla



HKFoods on vastuullinen elintarvikeyhtiö

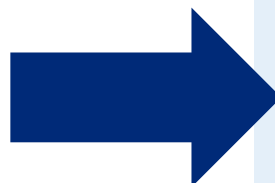
Vahva sitoutuminen ilmastotyöhön



Vuonna 2023 hyväksyntä lyhyen aikavälin ja maaperään liittyvien päästöjen ilmastotavoitteille



Mukana YK:n vastuullisuustyössä



Mukana **Nasdaq OMX Sustainability** Finland -indeksissä

Mukana riippumattomissa **ESG-arvioinneissa:**

ISS ESG Corporate ja QualityScore:



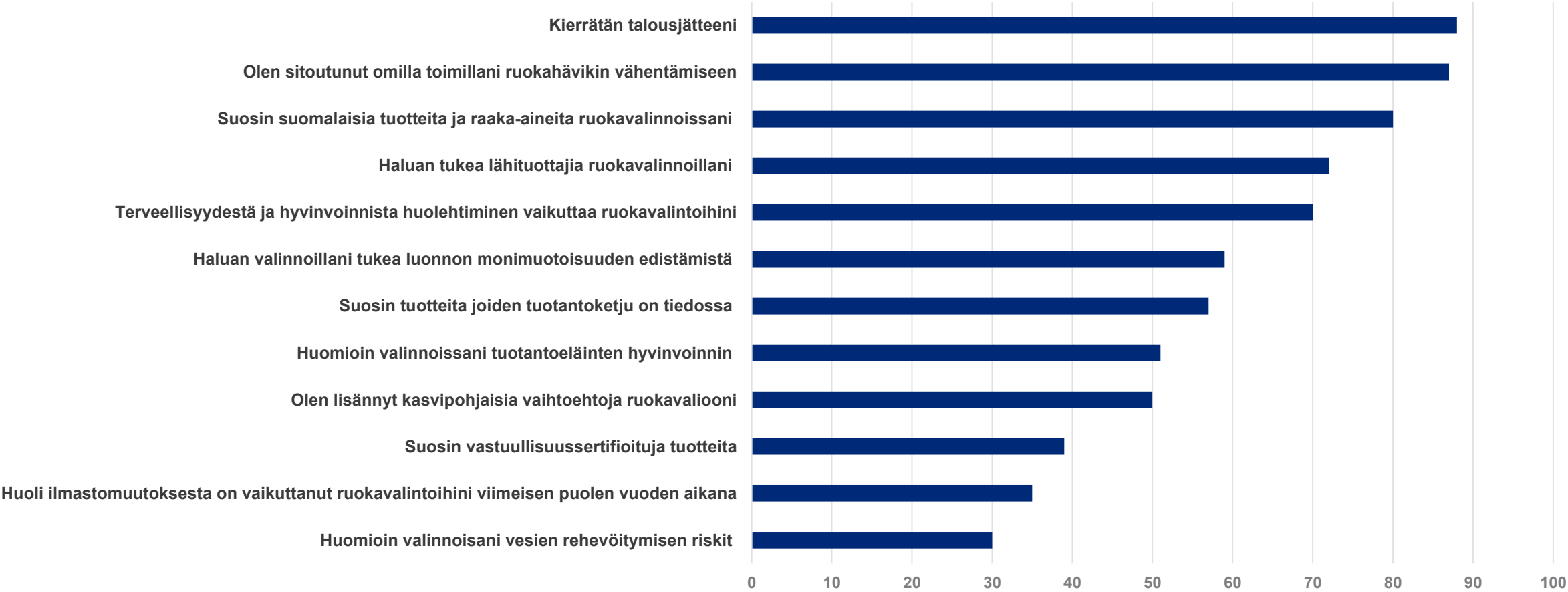
Valittu **Financial Timesin Europe's Climate Leaders** -listalle vuosina 2021, 2022, 2023, 2024 ja 2025

Kaupallinen = kannattava, tuottoisa

Kaupallisuus vs. vastuullisuus

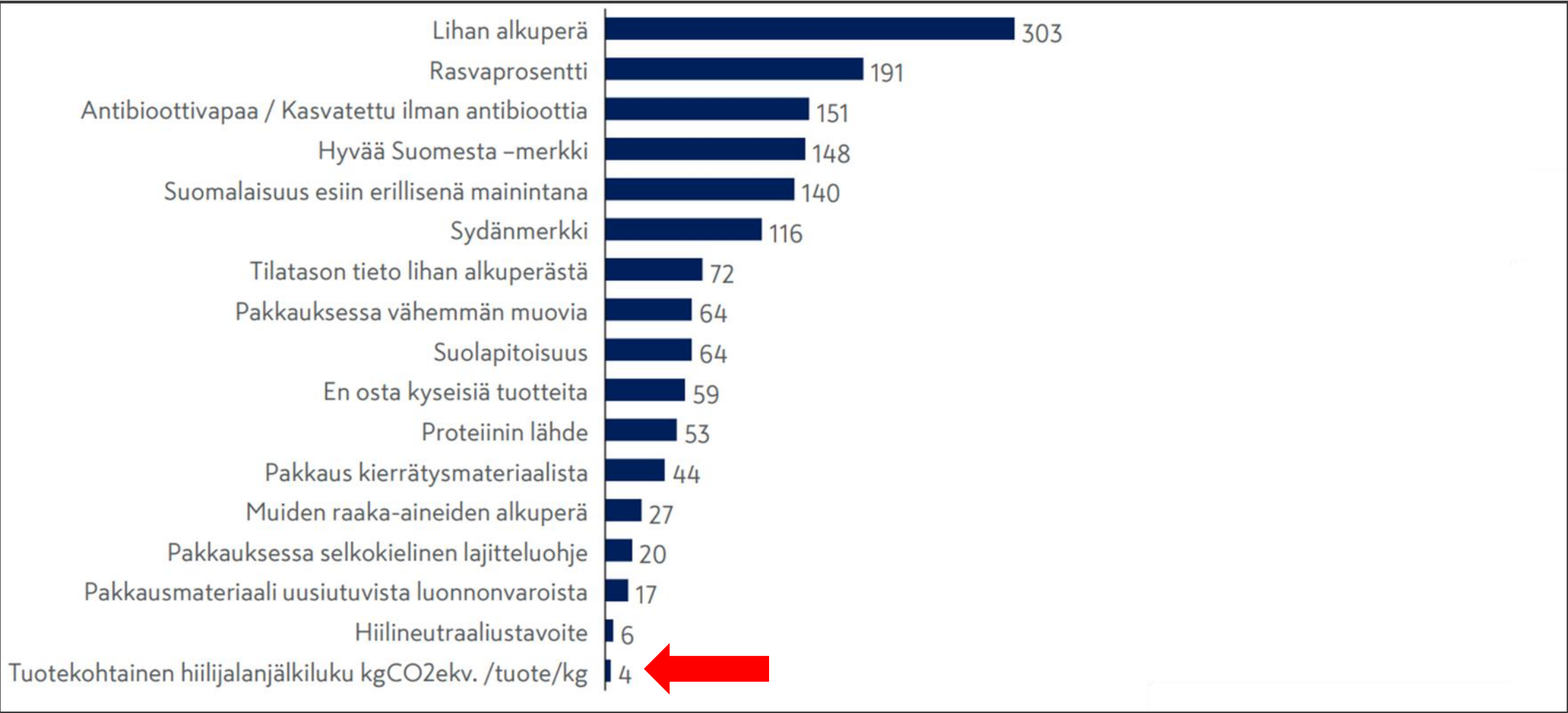
Asiakkaat	Kuluttajat
Olemme keskeinen osa asiakkaidemme scope 3:a ja  Alkutuotantomme/sopimustuottajamme ovat keskeinen osa meidän scope 3:a Kestävyysraportoinnin ja lainsäädännön paineet	Vastuullisten valintojen helpottaminen ja mahdollistaminen Kuluttajien vastuullisuusteot TOP 5 1. Talousjätteiden kierrätys 2. Ruokahävikin vähennykseen sitoutuminen 3. Suomalaisten tuotteiden ja raaka-aineiden suosiminen 4. Halu tukea lähituottajia omilla valinnoilla 5. Terveellisyyden ja hyvinvoinnin huomiointi

Kuluttajien omat vastuullisuusteot



Lähde: HKFoods & Kesko, Vastuulliset valinnat 4/2025, N=593, K-Kylä

TÄRKEIMMÄT PAKKAUKSESSA MAINITUT TEKIJÄT JOIDEN PERUSTEELLA VALITSET OSTAMASI LIHATUOTTEEN



Lähde: HKFoods & Kesko, Vastuulliset valinnat 4/2025, N=593, K-Kylä

Kaupallinen = kannattava, tuottoisa

Monet perinteiset tuotannon tehostamistoimet ja –mittarit, satotason parannuskeinot sekä ketjun hävikin minimointi ovat samalla niitä suurimpia vastuullisuustoimenpiteitä/kädenjälkiä

Case: HKFoods digitalisoi ympäristövaikutusten laskentaa alkutuotannossa



- **HKFoods on kehittänyt alkutuotannon ympäristövaikutusten laskentajärjestelmäänsä digitalisoimalla Luonnonvarakeskuksen (Luke) elinkaarimallit sianlihalle, siipikarjalle ja peltokasveille.** Uusi laskentajärjestelmä mahdollistaa alkutuotannon vesi- ja hiilijalanjäljen sekä biodiversiteettivaikutusten jatkuvan laskennan ja entistä luotettavamman raportoinnin. Lisäksi se auttaa kohdentamaan toimenpiteitä tilojen vastuullisuuden edistämiseksi.
 - Kehitysprojektissa Luke laati elinkaarimallit sianlihan ja siipikarjan kasvattamiselle ja peltokasvien tuotannolle. Laskentamalleilla mitataan luotettavasti ja tieteellisesti näiden tuotteiden vaikutuksia ilmastoon ja vesiniukkuuteen. Myös tuotannon vaikutus luonnon monimuotoisuuteen sisällytettiin mukaan maankäyttöön perustuen.
 - Sopimustilat syöttävät tietonsa järjestelmään ja tulokset ovat nähtävissä HKFoodsin tuottajaportalissa, joka toimii käyttöliittymänä sikoja ja broilereita tuottaville sopimustiloille. Teknisen työkalun Luken elinkaarimallien pohjalta on toteuttanut Biocode.

Case: Ilmatieteen laitos & HKFoods



- Ilmatieteen laitos mallinsi pilottihankkeena maaperän hiilensidonnän ja luonnolliset maaperäpäästöt HKFoodsin broilerisopimustuottajan pelloilta.
- Maaperän kasvukunnosta huolehtimalla voidaan parantaa ruoantuotannon edellytyksiä ja ehkäistä hiilen häviämistä maatalousmaista, mikä auttaa hillitsemään ilmastonmuutosta.
 - Runsasmultaiset pellot ovat orgaanisen aineen vuoksi runsashiilisiä. Runsas hiilipitoisuus pellossa tukee hyvää satotasoa, mutta runsasmultaisilta pelloilta hiiltä myös karkaa takaisin ilmakehään hiilidioksidina. Siksi monet pellot ovatkin hiilen päästölähteitä, ja multavuus vähenee jatkuvasti ilman sitä ylläpitäviä toimenpiteitä. Huolehtimalla multavuudesta maan kasvukunnon ja ilmaston kannalta oleellinen hiili saadaan pidettyä maaperässä. Samalla parannetaan ruoantuotannon edellytyksiä.
- HKFoods on sitoutunut vähentämään liharaaka-aineen alkutuotantoon liittyviä kasvihuonekaasupäästöjä 30,3 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2022 tasosta.

Pilotoinnista laajempaan toteutukseen

2024 vs. status 2025

2024

- Pilotoinneista laajempiin toteutuksiin
 - Hyöty/”vaiva”/”payback” tilatasolla - esim. uudistavan viljelyn hyödyt
 - Vastuullisuustiedon työkalut tiloille – kyselyistä datavirtoihin
 - Ostorehun tietojen siirtyminen ketjussa ja tietojen yhteismitallisuus
- Vastuullisuusdata
 - Tietoa hajallaan/syötetään eri sovelluksissa
 - Tiedot eivät yhteismitallisia
- Jalanjäljistä kädenjälkiin
 - Ympäristöjalanjäljen pienentämisen toimenpiteet/vaikutus koostuu ”pienistä puroista” → Priorisointi
- Satokausien vaihtelun vaikutukset ja niiden ymmärtäminen tiedon tarvitsijoiden piirissä

2025

Vuoden aikana otettu kehitysaskelleita useilla alueilla

- Esim. etenemistä viljelysuunnitteluohjelmien datan hyödyntämisessä

Yhteismitallisuuden haastetta edelleen – useita laskentatapoja – vie uskottavuutta ja rahaa, kun on paljon eri ratkaisuja

Pitävää tutkimustietoa toimenpiteiden vaikutuksista tarvitaan edelleen lisää

Jatko

- Tieteen ja kaupallisuuden yhteensovittaminen
 - Vaatii ”vastaantuloa” kaikilta osapuolilta → Yhteinen fokus: vastuullisten valintojen helpottaminen ja mahdollistaminen
- Advisory board
 - Hyvin käynnistyneen yhteistyön jatkaminen → Poikkitieteellinen advisory board ohjaamassa ja tukemassa jatkuvaa kehittämistä



LISÄÄ VOIMAA KAUPALLISTAMISEEN

*Teemme elämästä
maistuvampaa*

– tänään ja huomenna

HKFOODS

www.hkfoods.com





CARBON
ACTION
STN MULTA



Tuloksia pelloilta

Tuomas J. Mattila
Johtava tutkija, SYKE Ilmastoratkaisut
Maanviljelijä, Kilpiän tila



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Viljelijät voivat tehdä yhdessä onnistuneita peltokokeita



Suunnitelma: selkeä käsittelyero

Toteutus: käsittelyeron ylläpito

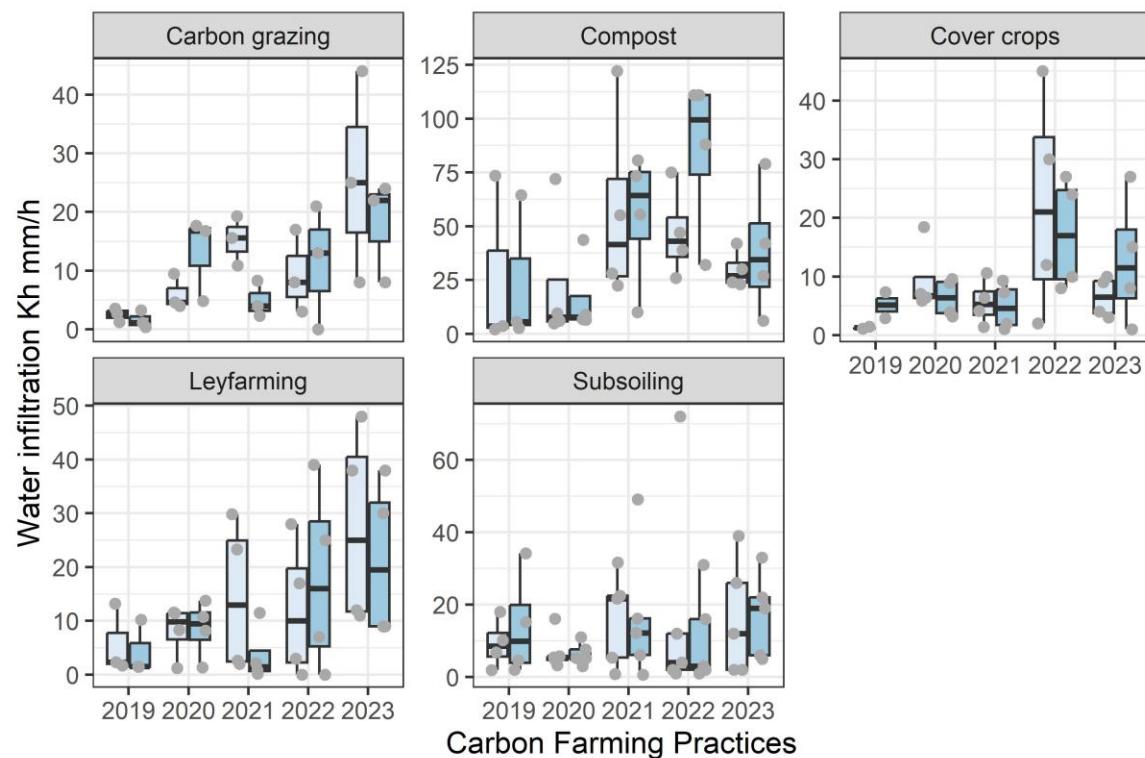
Seuranta: mikä muuttui

Tulosten kokoaminen

Yhteiskehittäminen +
isot kokeet
= ilmastonmuutokseen
sopeutuminen



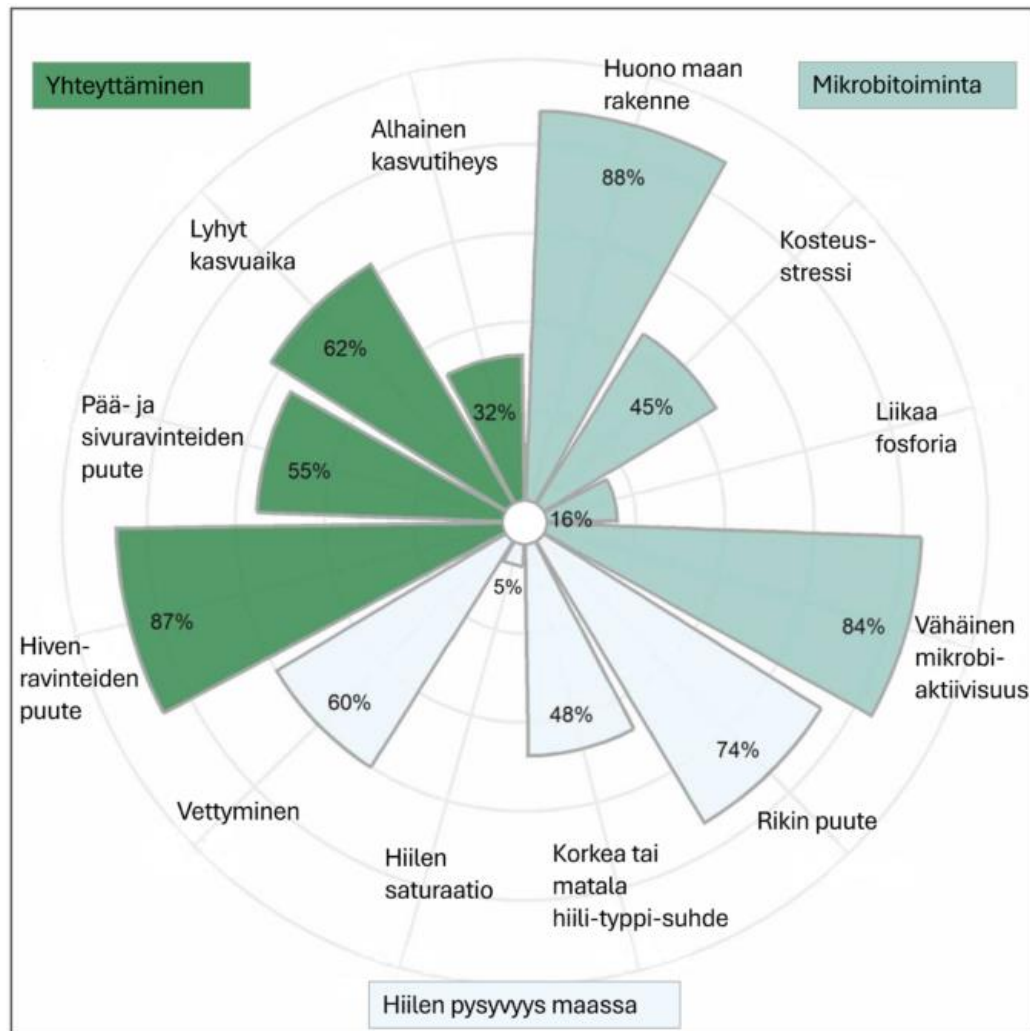
Viljely ei ole vielä ilmastokestävää: mikä on äärisää vuonna 2050?



Kuvat: Carbon Action / MULTA hanke

Kasvukunto-ongelmat rajoittavat hiilensidontaa

Rakenne, vesitalous, ravinnepuutteet ja mikrobiaktiivisuus haasteina.



Agriculture, Ecosystems and Environment 367 (2024) 108986



Contents lists available at ScienceDirect
Agriculture, Ecosystems and Environment
 journal homepage: www.elsevier.com/locate/agee

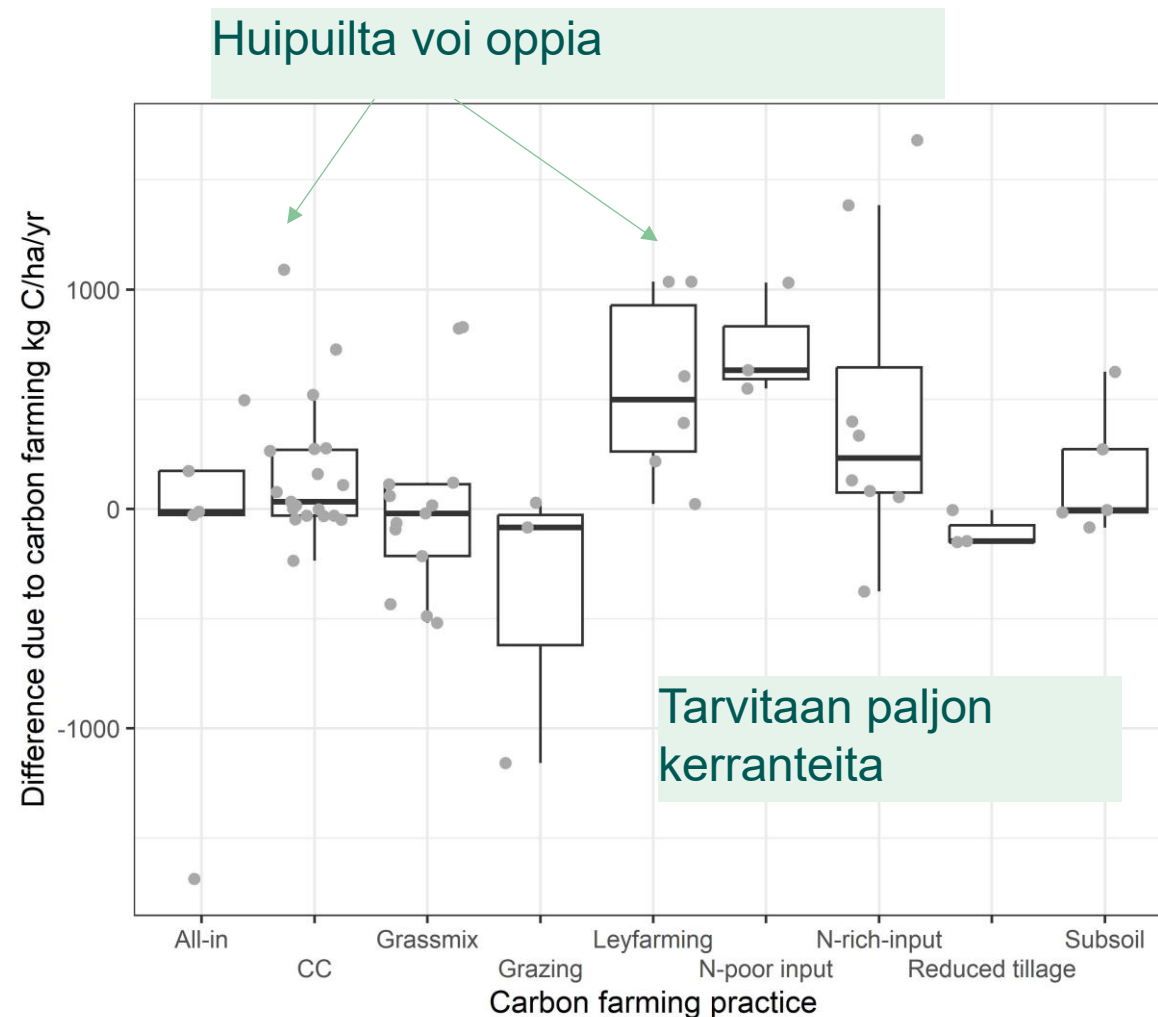
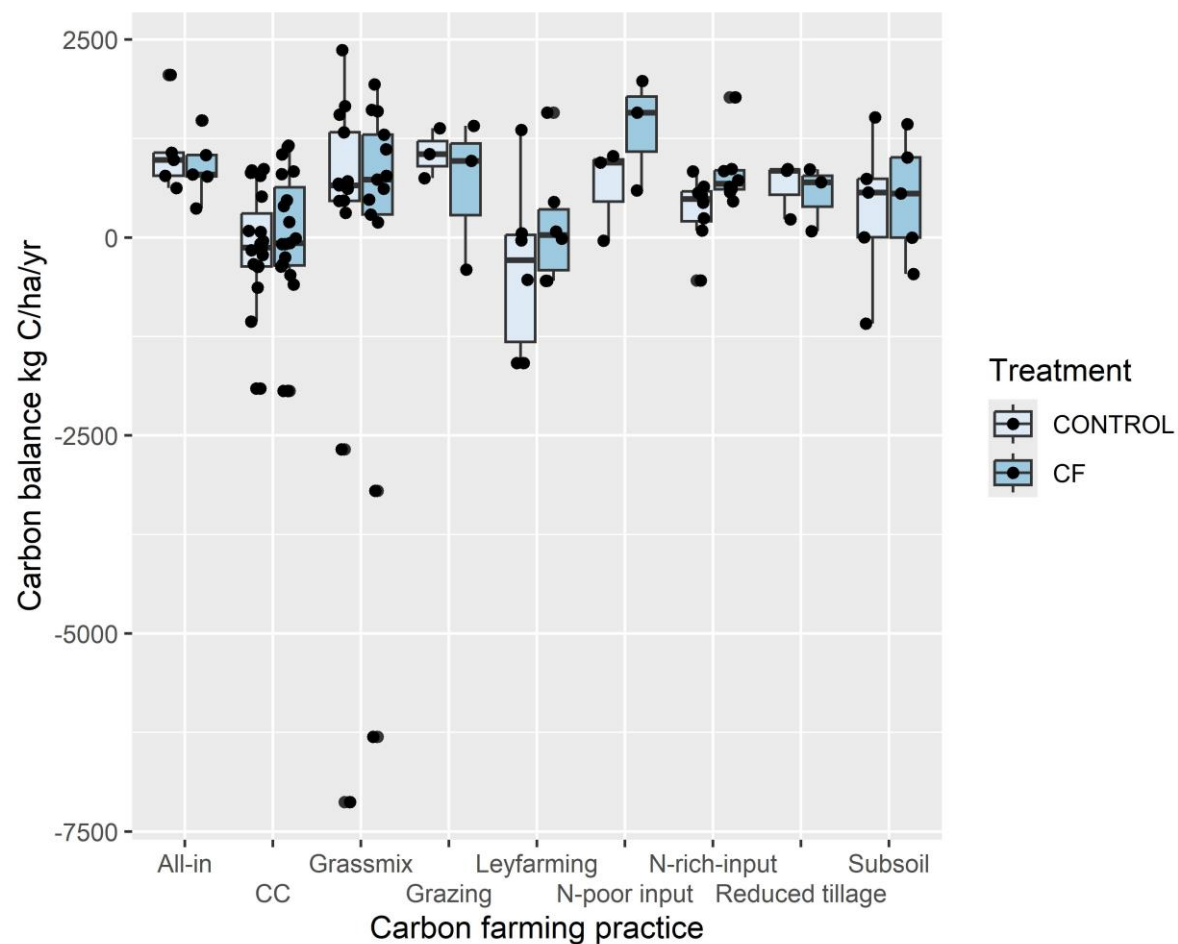


Agricultural limitations to soil carbon sequestration: Plant growth, microbial activity, and carbon stabilization

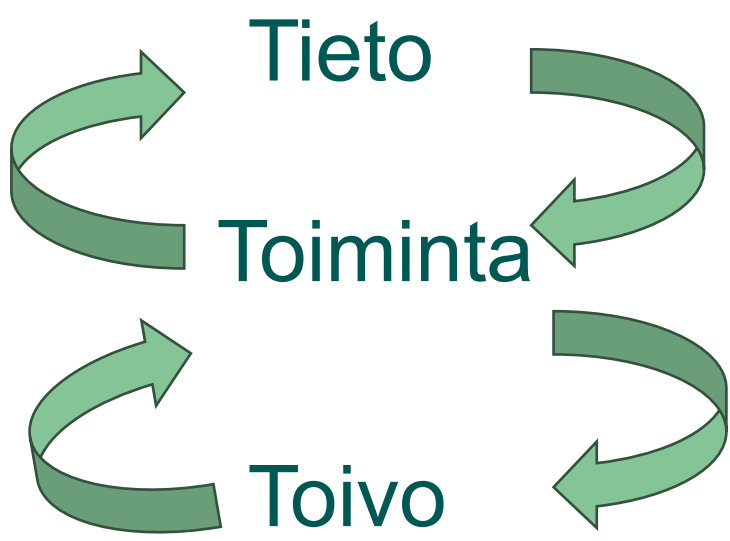
Tuomas J. Mattila*, Noora Vihanto

Finnish Environment Institute SYKE, Finland

Vaihtelu hiilitaseessa on suurta: tulokset järkevän oloisia



Teemme tiedolla toivoa.



Todentamisjärjestelmien kehitys kansainvälisessä kehyksessä

Liisa Kulmala

Hiilenkierto-ryhmä

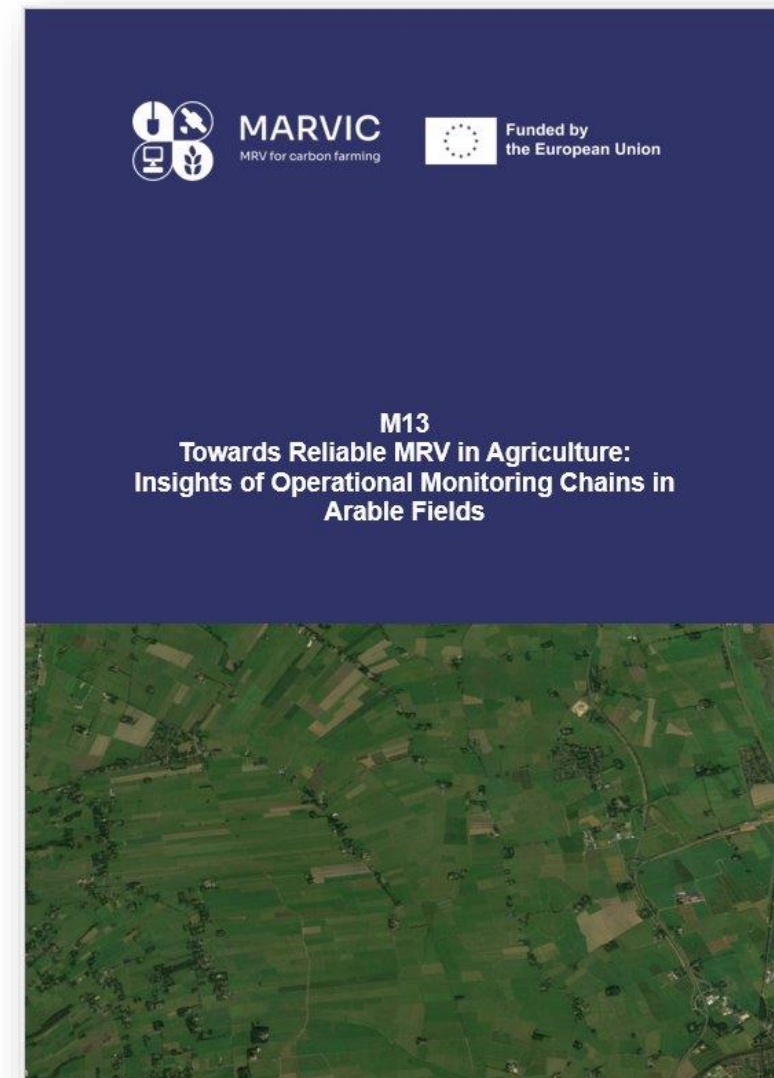
8.10.2025



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE



Duration: June 2023-May 2027



Name	Main Purpose	Modeling Approach	User Orientation	Data requirements	Spatial scale & Resolution	Uncertainty quantification
FMI MRV Platform	SOC monitoring and scientific applications	Hybrid: statistical (Bayesian) + process-based (Yasso20, SPY-C)	Expert and research-focused, not directly farmer-facing	Requires crop and yield data, SOC observations, EO (Sentinel-2); minimal meteorological input	Parcel to national; no strict resolution limit	Extensive, MCMC-based, propagated throughout
AgriCarbon-EO (ACEO)	Scalable MRV for VCM, CAP, NDCs	EO-assimilated crop model (SAFYE-CO ₂) + AMG SOC model	Back-end engine for operational MRV, flexible to integrate	EO (Sentinel-2, Landsat-8, Planet fusion), basic farm inputs (straw, amendments, irrigation), weather station/ERA5-land	10 m EO resolution over large areas	Integrated via BASALT EO assimilation
CarbonExtract	Farm-level certified MRV	Certified Tier 3 SOC model (AMG) + LCA for GHGs	End-user tool for farmers and advisors	Farm activity data imported via FMIS	Field and farm scale	Not explicitly described but designed for traceability
Remote-C	-	Hybrid: data-driven + LUE model + Roth-C (EOM)	Expert-focused	Farm activity data imported via FMIS, EO (Sentinel-2), weather station/ERA5-land	pixel (10 m EO?) to regional	Numerical propagation
Teagasc MRV	-	Process-based soil and ecosystem models. ECOSSE 6.2 for peat soils and DAYCENT for mineral soils	Expert-focused	EO (Sentinel-2, Landsat-8), Weather station/Met Éireann, Farm activity data from farm manager and PhD Students	Point to site to aggregated national	Numerical propagation
BodemCoolstofTool on FarmMaps platform	Farmer advisory system?	Process-based (RothC)	Farmers and advisors through a website interface	National soil map and generated SOC map. Possibility for user to add field specific data (management: organic amendments, cover crops and straw removal). Regional crop yields and monthly climate data, other management can also be derived from FMIS.	Parcel and farm	Not in this tool
BeSOCC		Process-based (RothC)		National soil map, monthly averaged climate. Original decomposition factors, national data for C inputs.	Parcel	No



FMI:n menetelmät

KASVI

S2Y

Päivittäinen yhteytystuotos arvioidaan satelliittituotteista

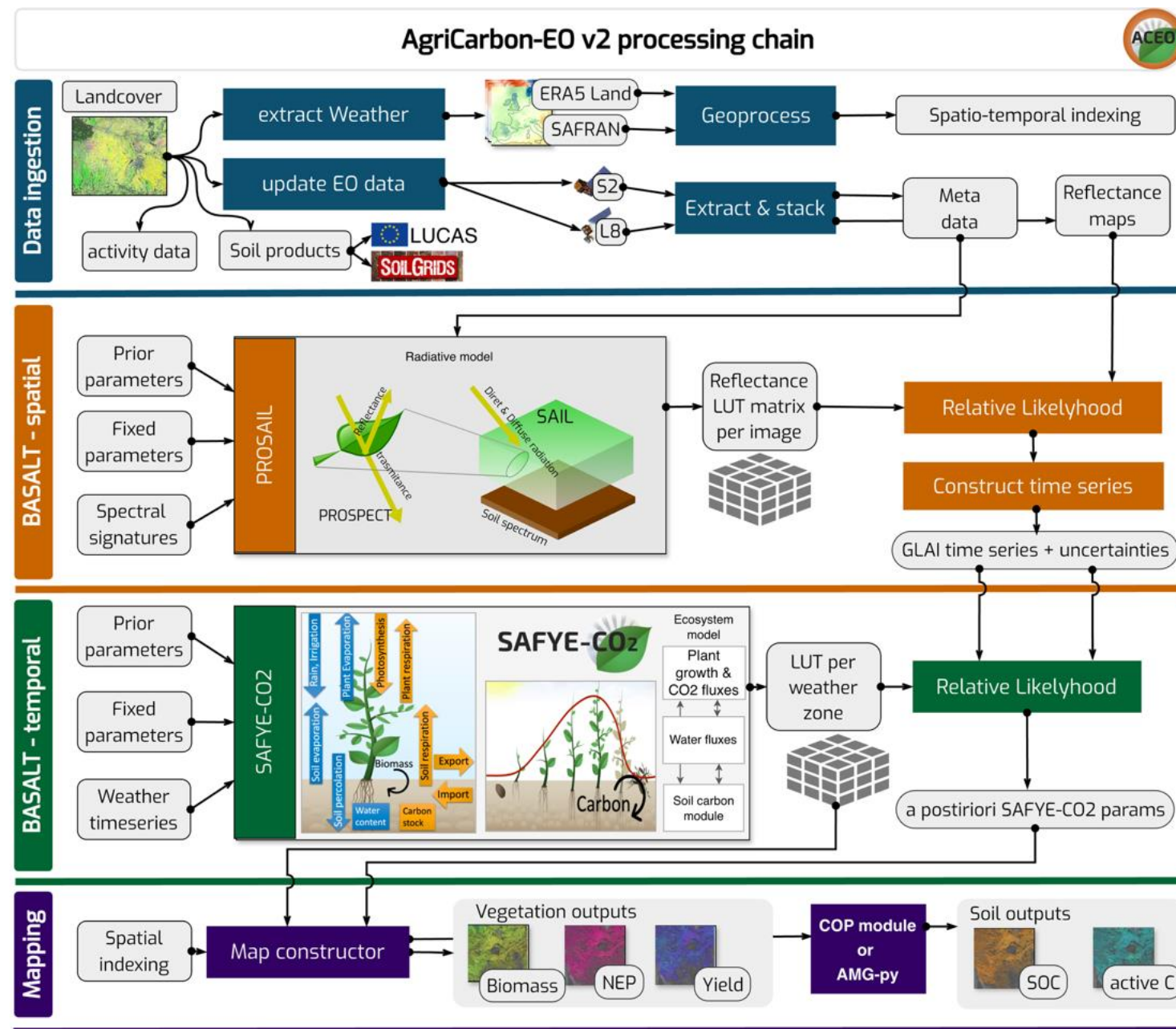
SPY-C

Päivittäinen yhteytystuotos allokoidaan dynaamisesti perustuen havaintoihin
Keskiössä vesitalous

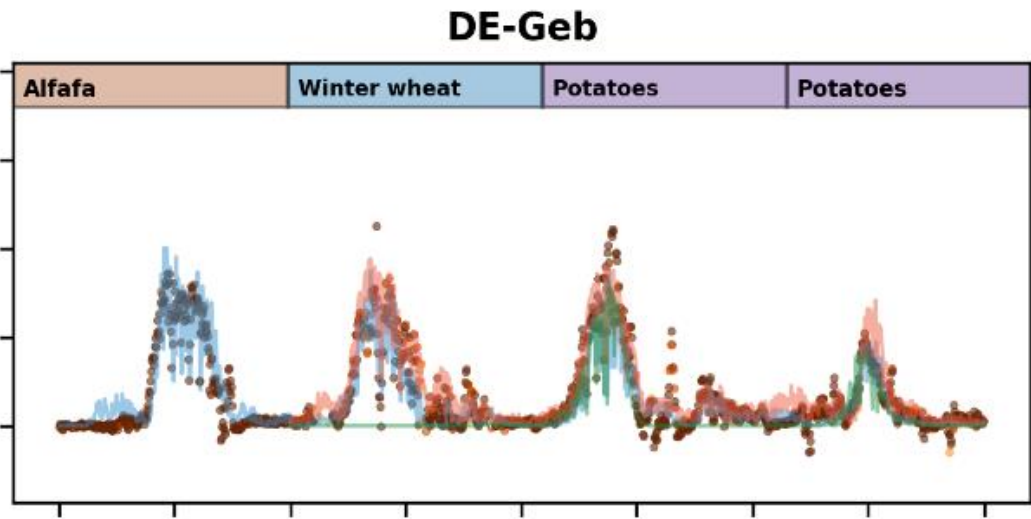
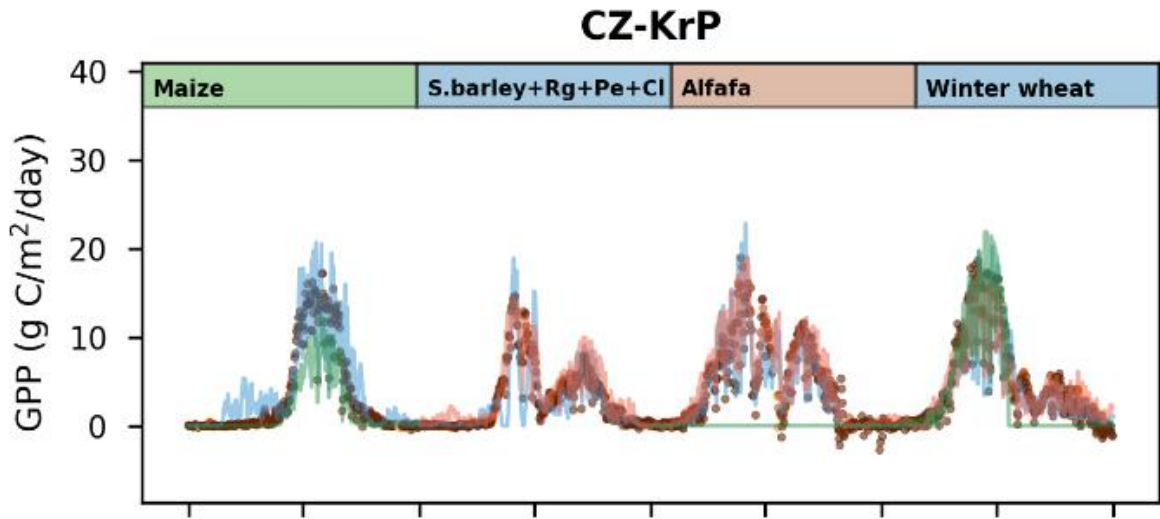
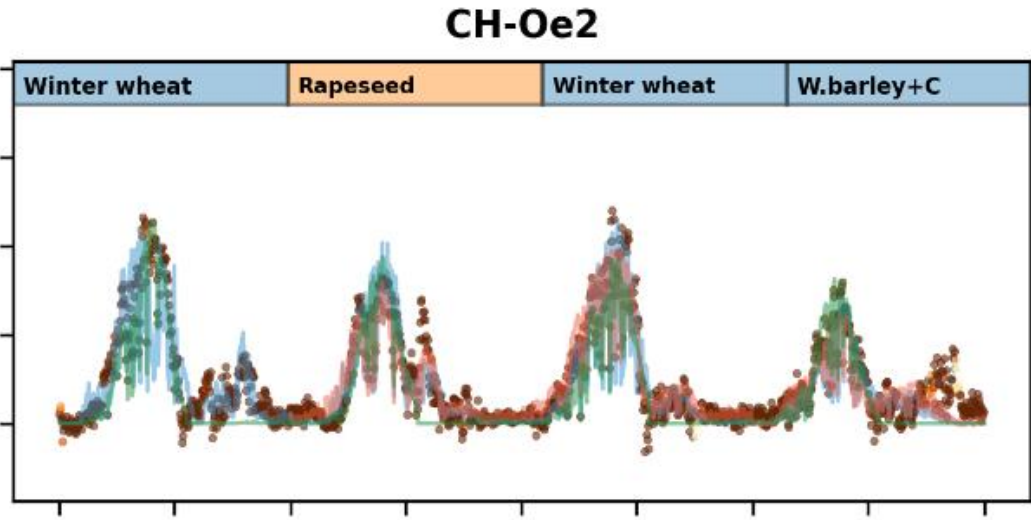
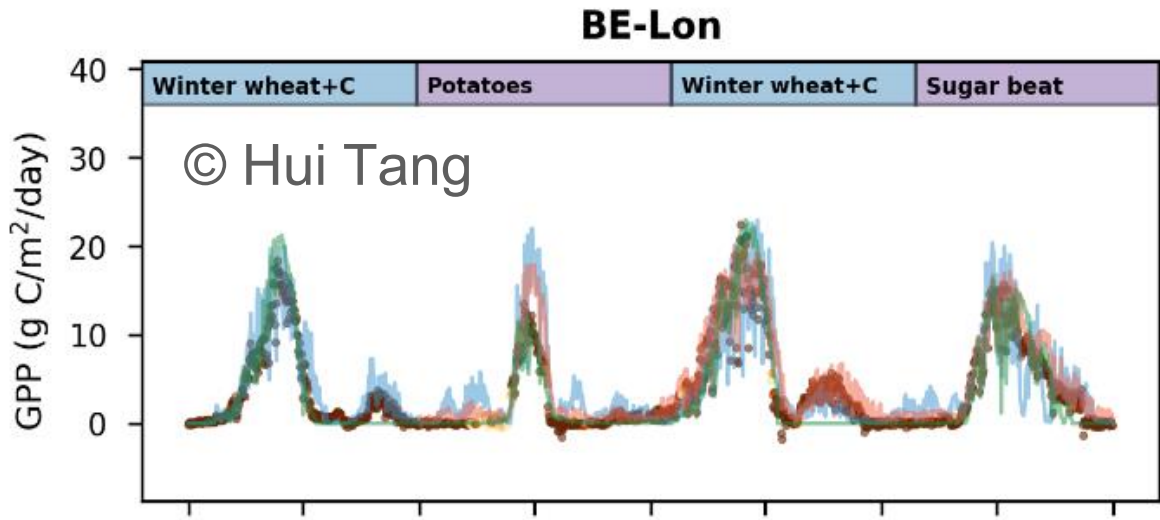
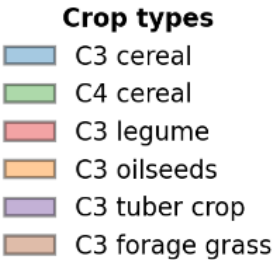
MAAHIILI

YASSO

YASSO



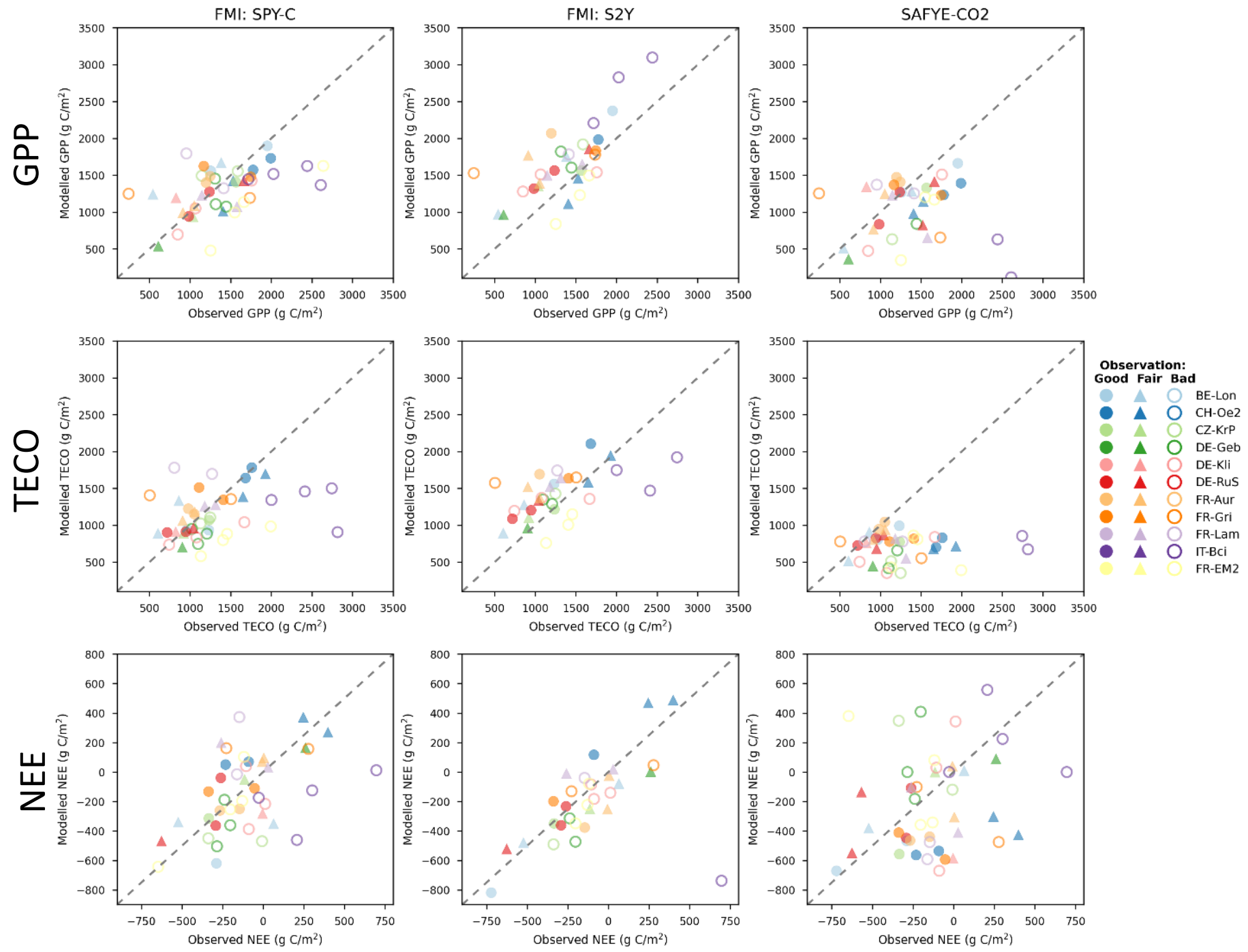
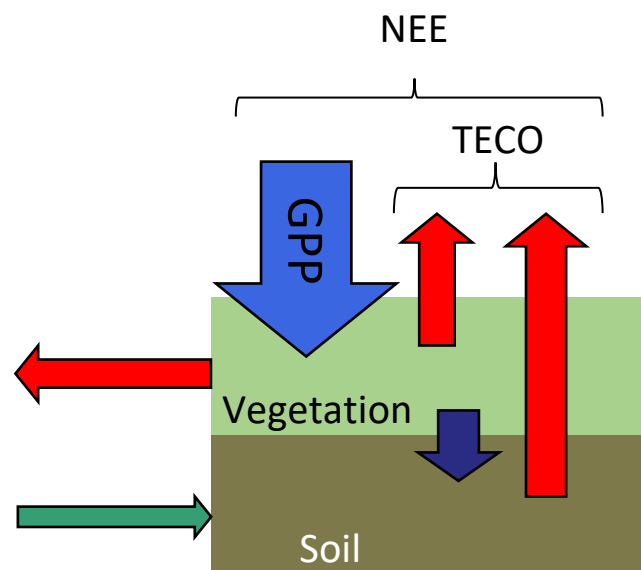
Päivittäinen yhteytystuoto



DE-Kli

DE-RuS

VUOSITASEET



Seuraavat askeleet

- Testaus ja kehitys
- Automatisointi
 - Farmidatan käsittely
- Virhe-ennusteet
- Kustannustehokkuus
- N₂O
- Turvepellot
 - Pohjaveden hallinta
 - Skaalautuvuus



CAFAMORE

Carbon Farming Monitoring & Registry

Tavoitteemme on tehdä hiiliviljelyn monitoroinnista

- Uskottavaa
- Kustannustehokasta
- Skaalautuvaa

Tarvitaan EU:n laajuinen

- Tietojen keruun yhdenmukaistaminen ja automatisointi
- Todentaminen ja perusurat (baseline)
- Paikkatietopohjainen rekisteri
- Markkinapaikka



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE



Tervetuloa yhteistyöhön!

Ota yhteyttä:

liisa.kulmala@fmi.fi

layla.hockerstedt@fmi.fi

Kiitos!

FMI: Hui Tang, Julius Vira, Layla Höckerstedt, Istem Fer, Quentin Bell, Jari Liski

INRAE: Eric Ceschia, Ainhoa Ihasusta, Ludovic Arnaud

Toulouse University: Tiphaine Tallec

CNRS: Ahmad Al Bitar, Taeken Wijmer

Andrea Ferrarini (UCSC), Edouard Lanckriet (Agrosolutions), Gary Lanagan (Teagasc), Jan Peter Lesschen (WR), Ioanna Panagea (ILVO)

Ilmastoviisas ruokaketju – tutkimustuloksista käytännön ratkaisuihin

Jaloittelutauko

Ohjelma jatkuu klo 10:55



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

FOOD2.0 | Valio

HKFOODS

Boosted by
BUSINESS
FINLAND

Kotimaisen eläintuotannon ympäristökestävyys ja elinkaarianalyysi

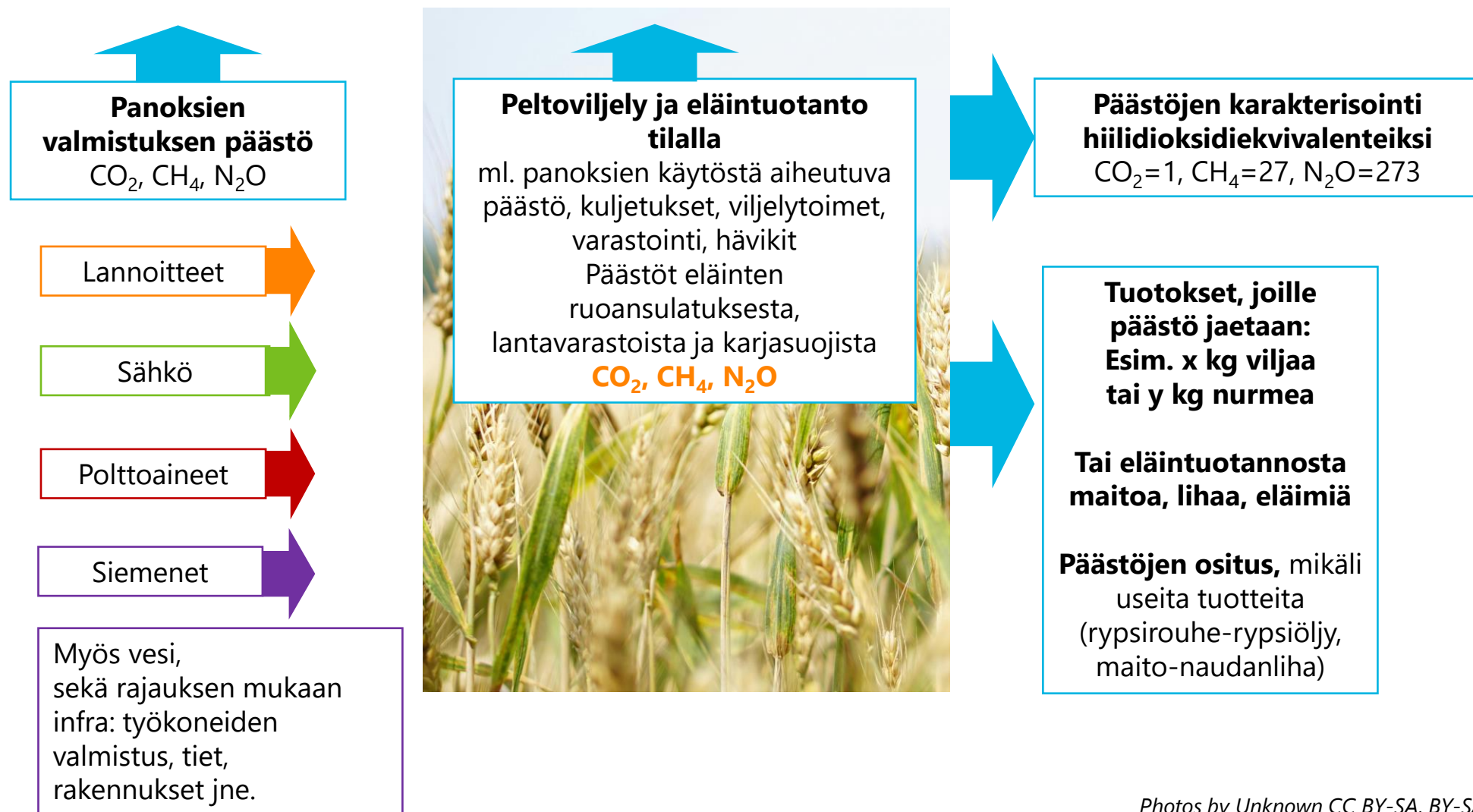
Sanna Hietala, erikoistutkija

Sanna.Hietala@luke.fi

Luonnonvarakeskus, Biotalous ja
ympäristö



Ympäristövaikutuksien arviointi elinkaariarviointimenetelmällä (LCA)



Rehukasvien LCA – havaintoja SBYM-hankkeesta

Alueelliset rehukasvit, lähtötiedot, koko aineisto (ProAgria)

Maalajit, keskimääräiset viljelytoimet. 3 vuoden keskiarvo ProAgrian lohkopankkiaineistosta. Määritetty sianlihatuotannolle merkittävillä alueilla ja rehukasveille.



	Ohra					Vehnä		Kaura
	Varsinais-Suomi	Satakunta	Häme, Pirkanmaa	Etelä-Pohjanmaa	Pohjanmaa	Varsinais-Suomi, Satakunta	Etelä-Pohjanmaa	Etelä-Pohjanmaa
Savimaat, %	80 %	29 %	44 %	14 %	29 %	81 %	15 %	7 %
Karkeat kivennäismaat, %	18 %	71 %	37 %	77 %	58 %	19 %	80 %	68 %
Eloperäinen, %	2 %	0 %	19 %	10 %	13 %	0 %	4 %	25 %

	Ohra					Vehnä		Kaura
	Varsinais-Suomi	Satakunta	Häme, Pirkanmaa	Etelä-Pohjanmaa	Pohjanmaa	Varsinais-Suomi, Satakunta	Etelä-Pohjanmaa	Etelä-Pohjanmaa
Väkilannoite, kg N/ha/a	92	81	76	63	67	118	90	61
Lanta, kg N/ha/a	15	3	2	22	17	7	21	13
Sato, ilmakeivä, kg/ha	4245	5103	3930	4425	4077	5098	4645	3885
Kyntö, kertaa /a	0,5	0,14	0,3	0,6	0,6	0,3	0,3	0,6
Äestys, kertaa /a	1,6	1,2	1,2	1,3	1,3	1,5	1,2	1,3
Kasvinsuojeluruiskutus, kertaa/a	1,7	1,9	1,3	1,6	1,4	1,9	1,9	1,1

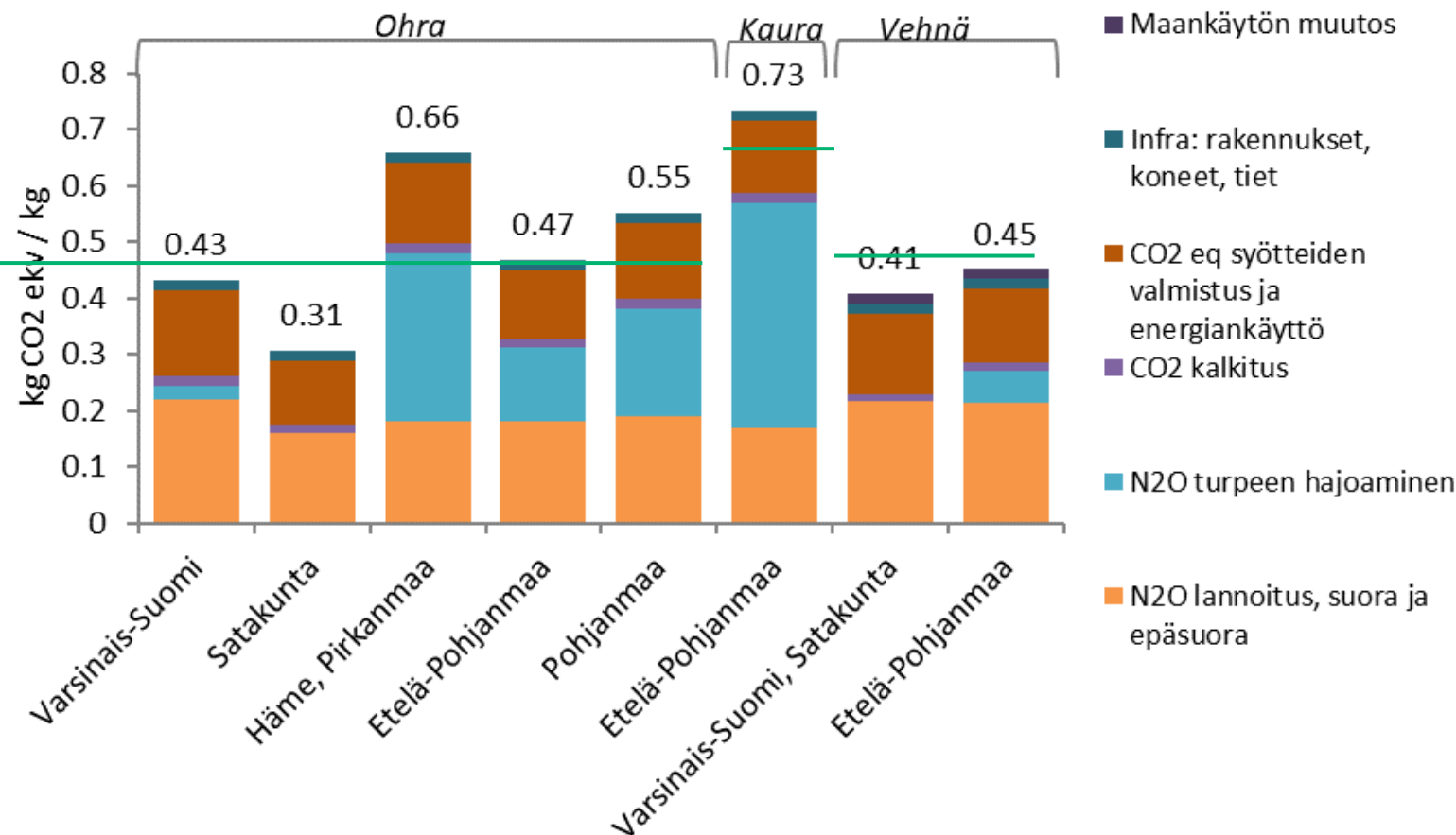
Lähteet: Hietala ym. 2022, Hietala ym. 2023

Alueellisten rehukasvien ilmastovaikutukset

Tekijät alueellisten erojen takana:

- **Maalajijakauma**, turvemaan osuus viljelyssä suurimpien erojen takana
 - Satakunta ympäristötehokkain – pieni turvemaiden osuus
- Varsinais-Suomi ja Etelä-Pohjanmaa suoriutuvat saman tasoisesti, eri tekijät
 - Varsinais-Suomi: pieni **turvemaiden osuus**
 - Etelä-Pohjanmaa: **tehokas tuotantopanosten käyttö** (lannoitus vs. satotaso)
- Häme, Pirkanmaa ja Pohjanmaa suoriutuivat heikoimmin: **suuremmat osuudet viljelyalasta turvemaita**: 13-19% + Kauran viljelyssä Etelä-Pohjanmaalla 25%

Keskimääräinen suomalainen



Yksittäisten sikatilojen itse tuottamien rehukasvien ilmastovaikutukset

Vaihtelu oli paljon suurempaa tilojen kuin alueiden välillä

Erityisen suurta oli **turvemaiden osuudesta** johtuva vaihtelu – suurin tunnistettu päästövähennyspotentialiaali

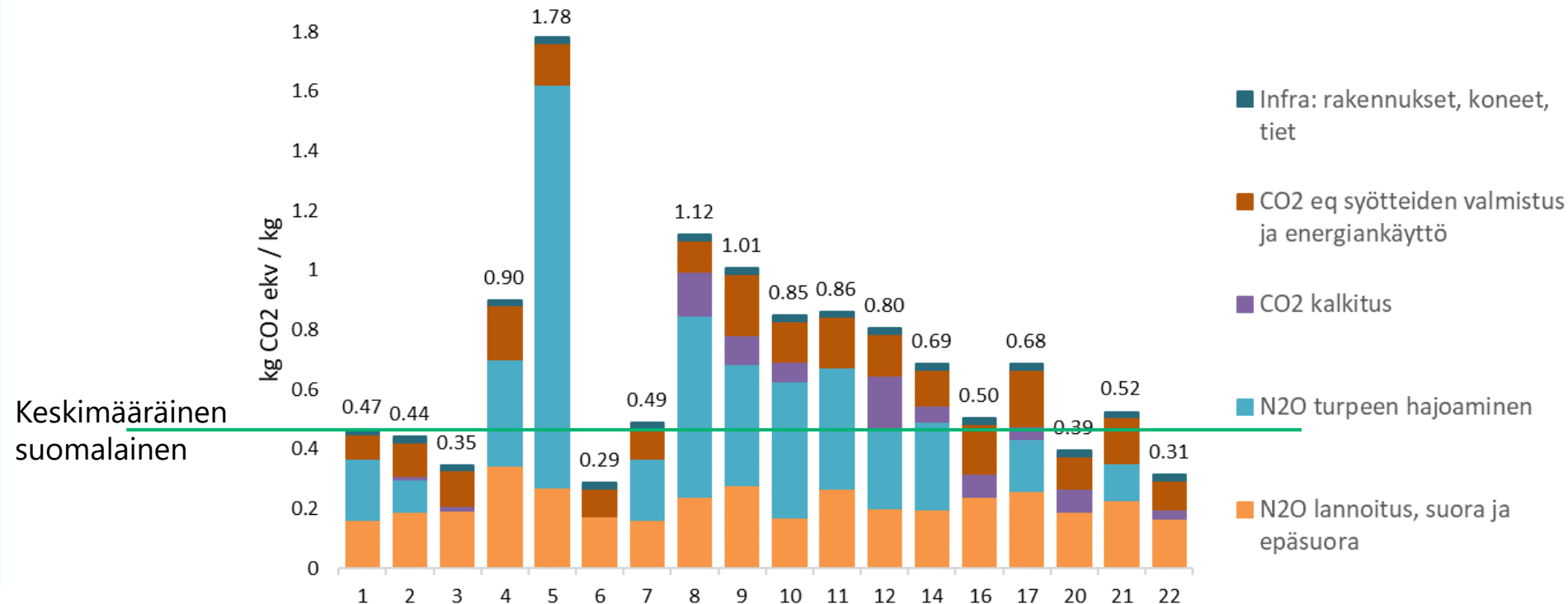
Myös lannoitteiden ja kalkituksen tehokkuus suhteessa satotasoon johtivat eroihin tilojen välillä

Olennaista:

Huolehtia maan kasvukunnosta, optimaalisesta panoskäytöstä sekä mahdollisuuksien mukaan siirtää viljelyä kivennäismaille



Ohra, kg CO₂ ekv per kg, sikatiloilla



Viljelykierrot ja palkokasvit rehukasvituotannossa – vaikutukset rehujen ja maidon hiilijalanjälkeen ja rehevöittävään vaikutukseen

- **Lypsylehmien rehukasvien viljely mallinnettiin Leg4Life-hankkeessa oletuksin:**
 - Kaikki rehukasvit tuotetaan tilalla, pl. rypsirehu ja juurikasmelassileike
 - Kun ruokinnassa oli mukana härkäpapua, tilan viljelykiertoon **sisällytettiin esikasvivaikutukset seuraavan kasvin hyödyksi**
- **Härkäpavun esikasvivaikutusta** tarkasteltiin **typpipanoksen** ja **satotasojen** osalta
- Kasvien viljelyn **lähtötiedot saatiin ProAgrian ylläpitämästä lohkotietopankista**. Tarkastelu tehtiin vuosille (2015–2021):
 - Tarkastellussa aineistossa oli 10610 ohralohkoa, 6056 kauralohkoa ja esikasvina palkokasvi 692 lohkoa
 - **Esikasvivaikutus sisällytettiin aineiston mukaisesti** rehukasvien elinkaariarviointiin vähäisempänä typpilannoitteen käyttönä ja suurempana satotasona:
 - Ohra: **N lannoitus** –1 kg/ha, **satotaso** +190 kg/ha
 - Kaura: **N lannoitus** –6 kg/ha, **satotaso** +380 kg/ha

Härkäpa
pu

Ohra

Nurmi-
/Apilanur
miSRHärkäpa
pu

Ohra

Härkäpa
pu

Kaura

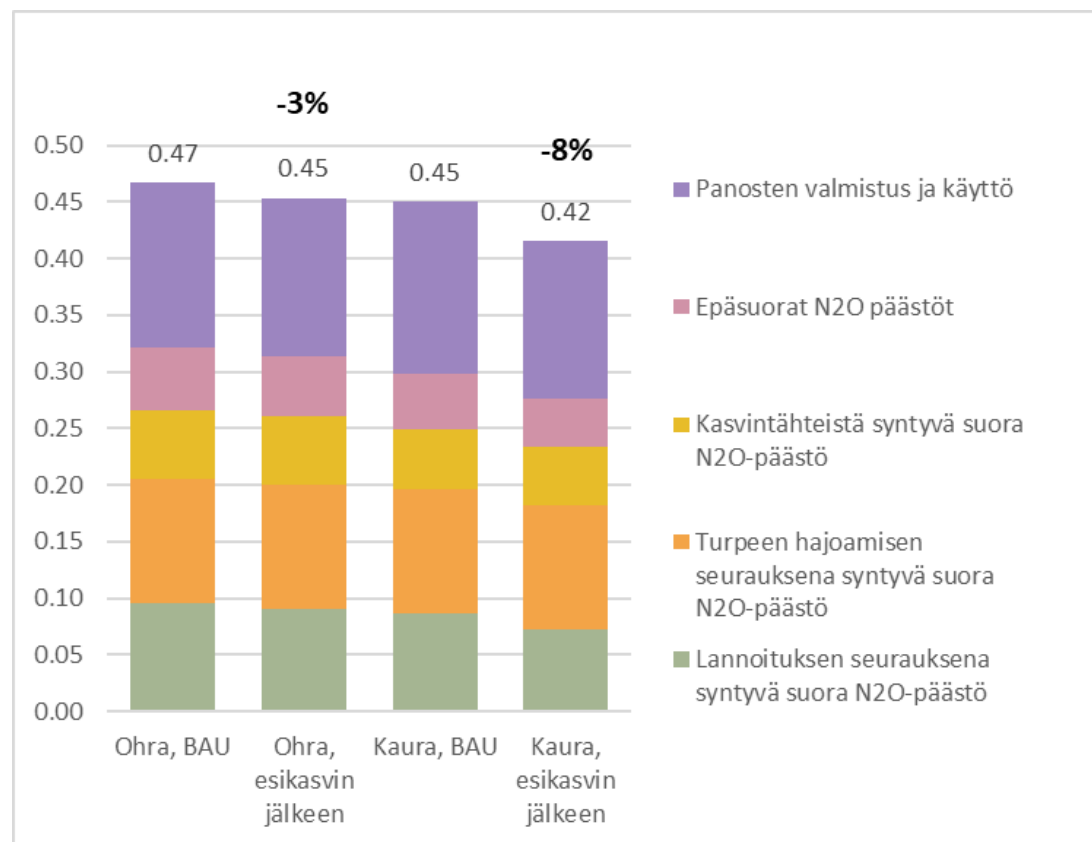
Nurmi-
/Apilanur
miSRHärkäpa
pu

Kaura

Esikasvivaikutus, lohkopankkiaineiston mukaisesti

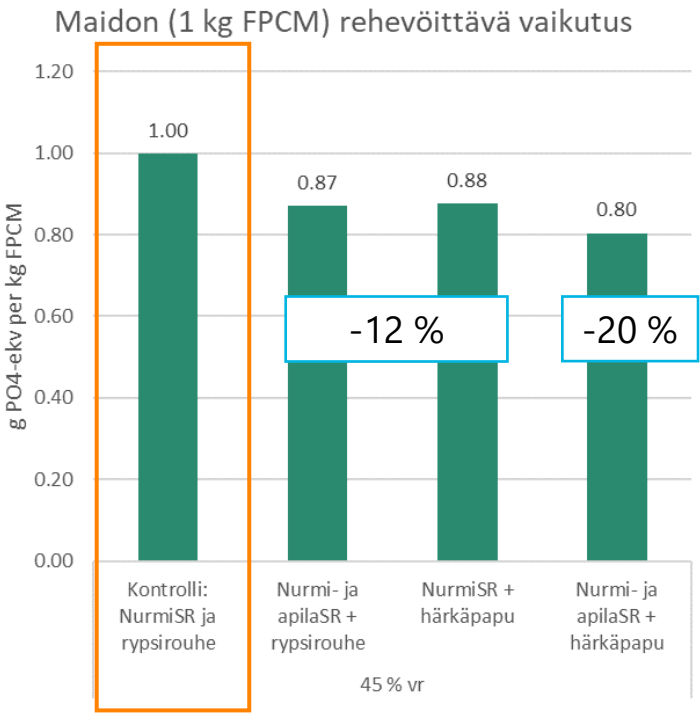
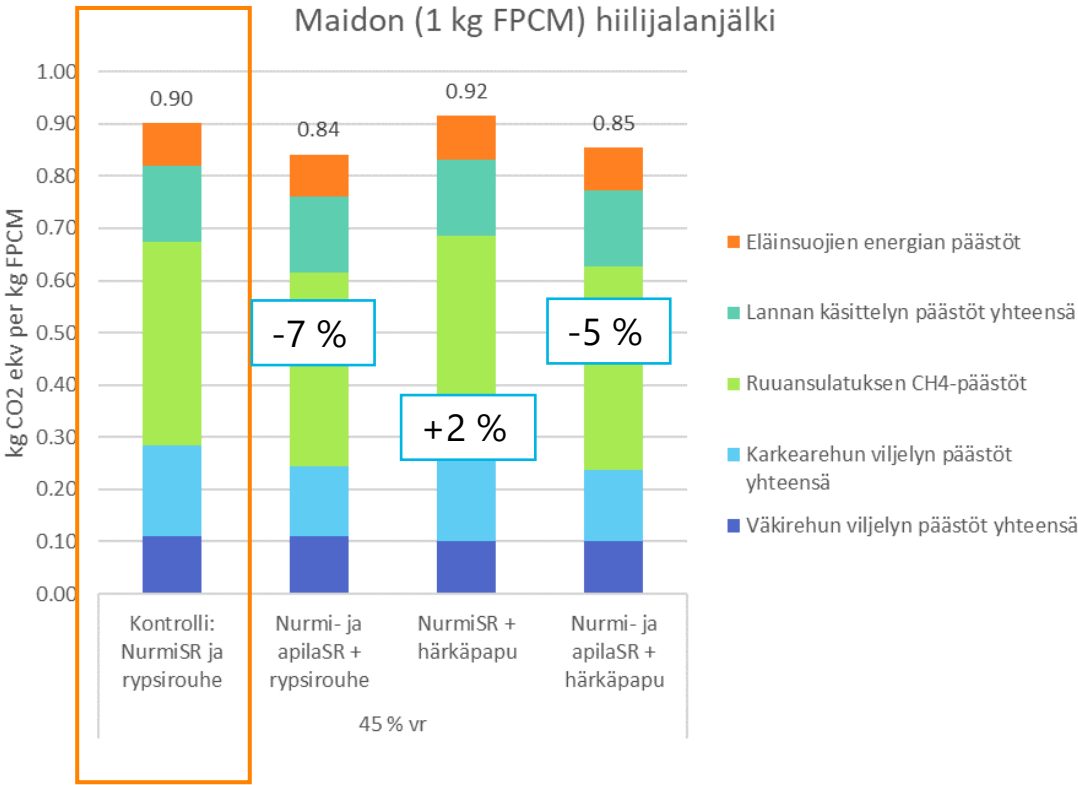
Ohra:
N lannoitus –1 kg/ha,
satotaso +190 kg/ha

Kaura:
N lannoitus –6 kg/ha,
satotaso +380 kg/ha



Rehutuotannon lisäksi, olennaista myös eläintuotannon resurssitehokkuus

Tulokset - per maitokilo (kg FPCM)



Tuotostasot:

Kontrolli: NurmiSR ja rypsirouhe	Nurmi- ja apilaSR, rypsirouhe	NurmiSR ja härkäpapu	Nurmi- ja apilaSR, härkäpapu
30117	30769	29542	30214

Lähteet: Hietala ym. 2025 (vertaisarvioitavana)

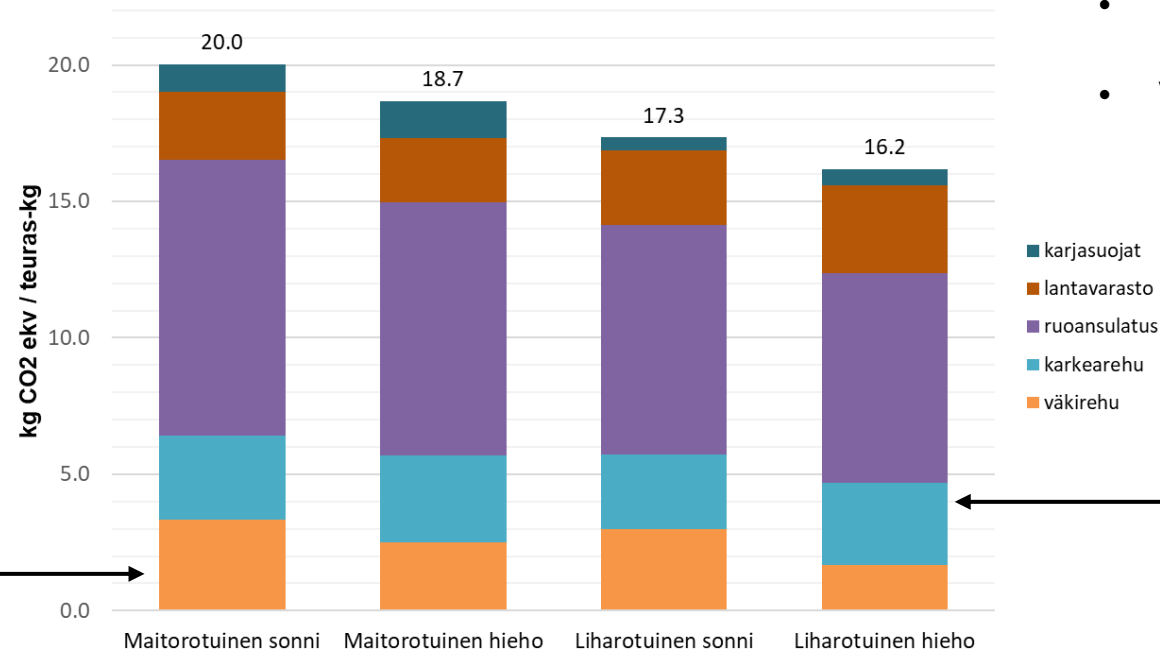
Naudanliha, kasvatusvaiheen tarkastelu

(ilman lehmiltä allokoitua päästöä)

Maitorotu:

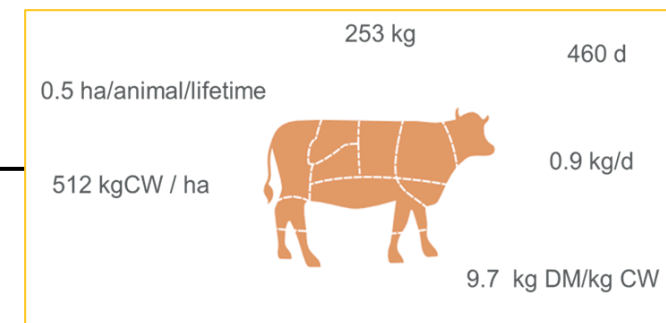
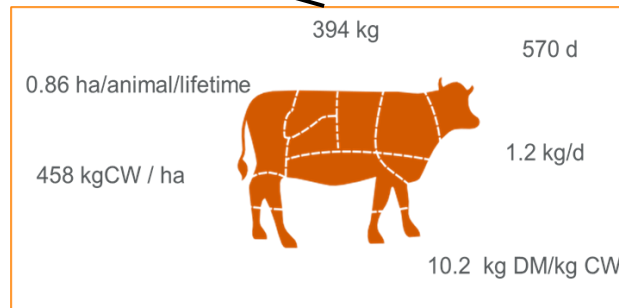
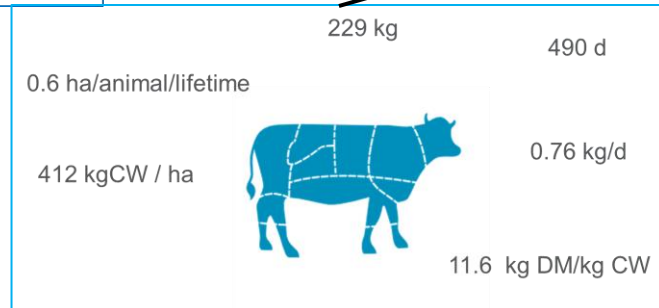
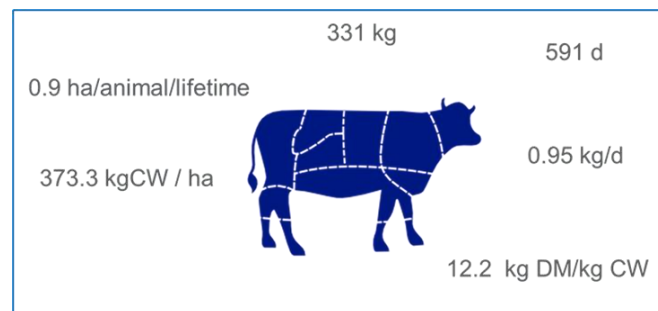
Korkeammat päästöt kuin liharodulla

- Pidempi kasvatusjakso
- Suurempi kuiva-ainesyönti per teuras-kg
- Pienempi päästö lantavarastosta (ei turvekuiviketta)
- Suuremmat karjasuojien päästöt (100% sisällä)



Liharotu:

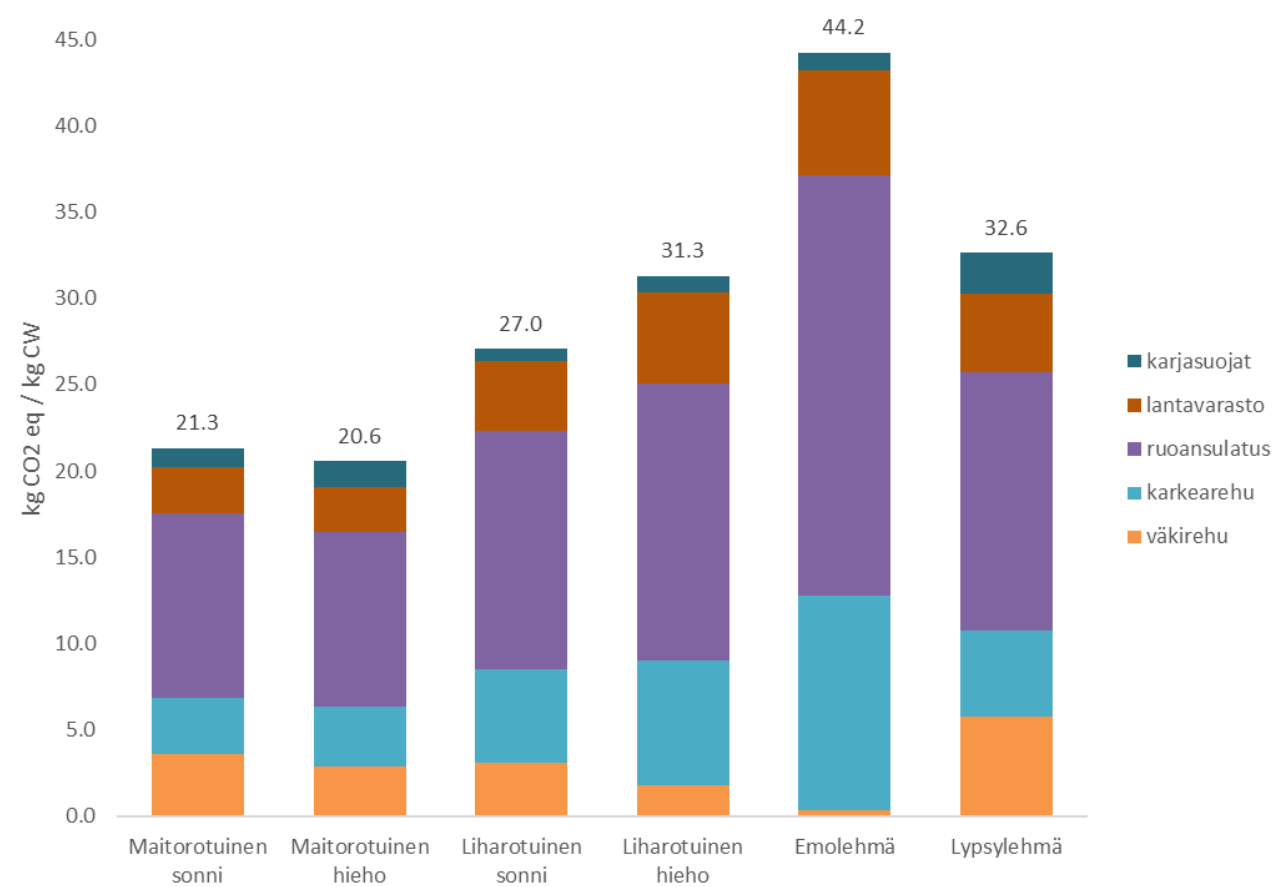
- Sonnin ja hiehon päästöt per teuras-kg pienemmät kuin maitorodulla
- Lyhyempi kasvatusjakso
- Pienempi kuiva-ainesyönti per teuras-kg
- Verrattain korkea päästö lantavarastosta (turvekuivike, n.70% lantaan liittyvistä päästöistä)



Lähteet: Hietala ym. 2021, 2023

Naudanlihan ilmastovaikutus

(ml. lehmiltä allokoitu päästö)



5 year averages	TOT	Dairy and suckler cows	Bulls (all)	Heifers (all)	Young calves (all)	Calves (all)
Produced beef (kg)	83 986 875					
% of the total		28.0 %	58.3 %	13.3 %	0.3 %	0.1 %
5 year trend						
Dairy breed, % of CW		86 %	84 %	73 %	-	-
Beef breed, % of CW		12 %	15 %	27 %	-	-

- Maitorotuisen naudanlihan ilmastovaikutus per teuras-kg (painotettuna teurasosuuksilla) **24,9 kg CO2 ekv**
- Liharotuisen **32,1 kg CO2 ekv**
- Keskimäärin suomalainen naudanliha **26,1 kg CO2 ekv**
- **Maitorotuisen naudanlihan ilmastovaikutus pienempi**
- **Haasteena maidontuotannon tehokkuus: pienenevä lypsylehmien lukumäärä ja vähenevä kasvatettavien vasikoiden määrä**
- **Kompensointi** teuraspainojen lisäyksellä, liharotuisen tuotannon lisäämisellä sekä tuonnin lisäämisellä: **nostavat keskimääräisen kulutetun lihan päästöä?**

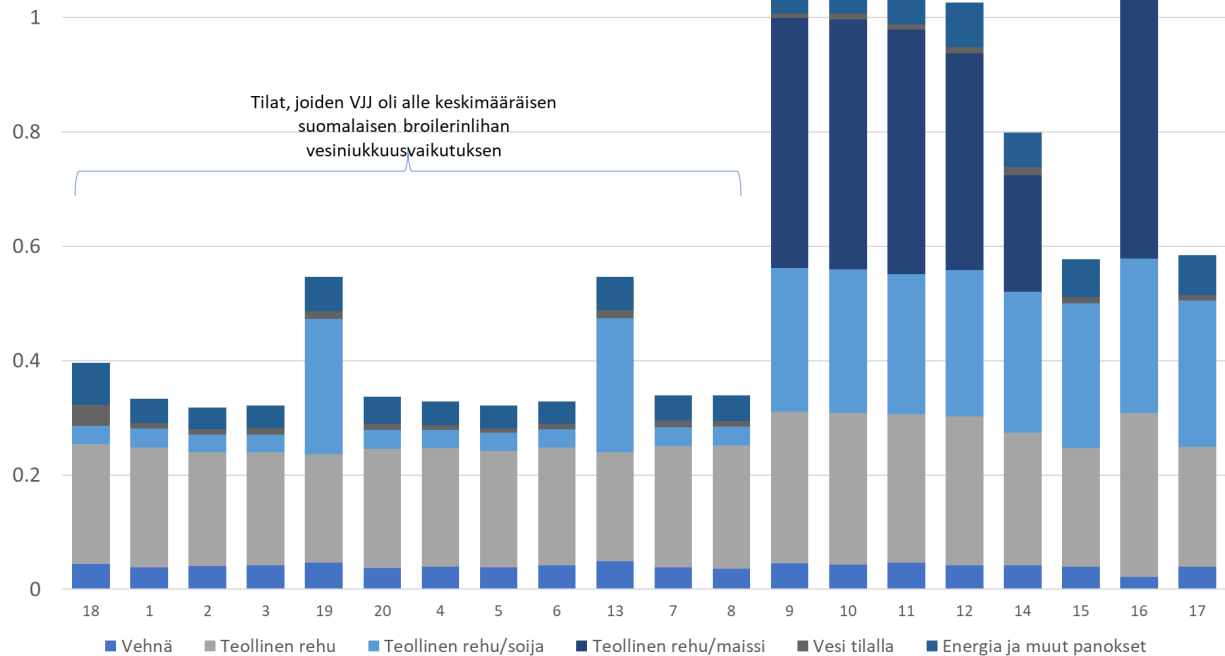
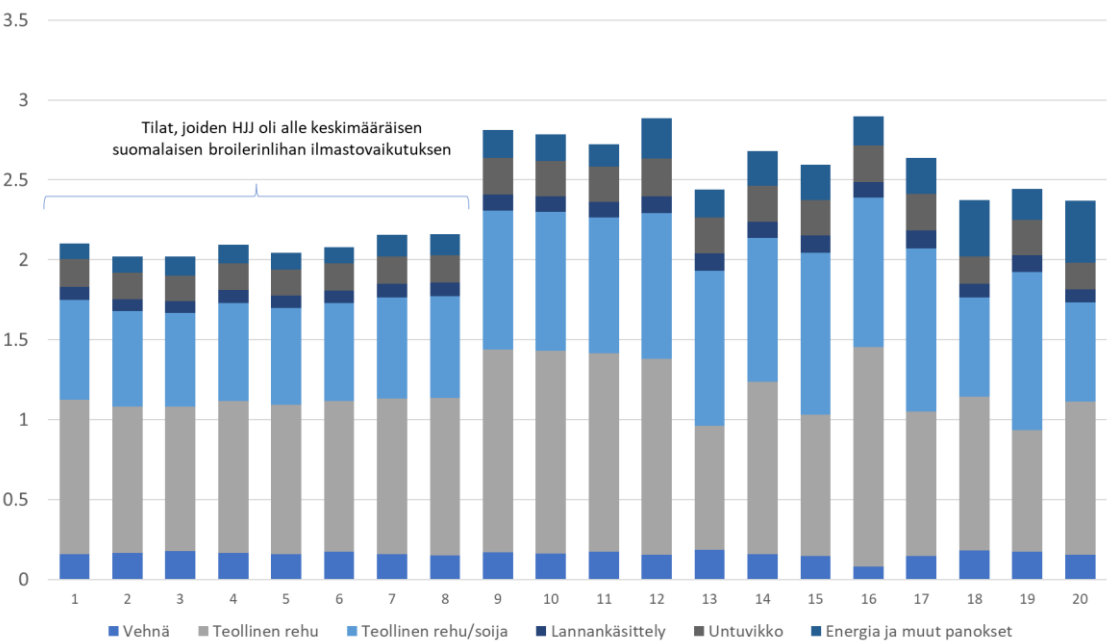
Ilmastovaikutus vs. vesiniukkuusvaikutus

Vastakkaiset vaikutukset ympäristövaikutuksissa

Broilertuotannon käyttämistä rehuista (SBYM-hankkeen aikaan) kriittisiksi havaittiin **erityisesti soija**, jonka

- **LUC-päästö** oli merkittävä kun hankinta tapahtui Brasiliasta, ja toisaalta
- **vesiniukkuusvaikutus** oli huomattava, kun hankinta tapahtui Yhdysvalloista

Toinen huomattava vaikutus **vesiniukkuuden osalta aiheutui maissista**, jota tutkimuksen aikaan oli väliaikaisesti osalla tiloja käytössä



Lähteet: Usva ym. 2023, Miettinen ym. 2024

Johtopäätökset

- Resurssitehokkuus on avainasemassa päästöjen hillitsemisessä: optimaalinen panoskäyttö suhteessa satotasoon/tuotostasoon pienentää päästöä per tuotekilo
- Viljelykierroissa sekä härkäpapu että apilarehu pienensivät rehuannoksen ilmastovaikutusta. Esikasvivaikutuksen myötä myös viljojen hiilijalanjäljet pienenevät
 - Olennaista myös eläinten optimoitu ruokinta ja tuotostasojen säilyttäminen
- Suuret vaihtelut eloperäisten maiden viljelyssä alueiden ja tilojen välillä – alueiden ja tilojen välillä myös erilaiset mahdollisuudet vaikuttaa tähän?
- Naudanlihan tuotannossa lyhyempi kasvatusjakso ja tehokas rehujen käyttö johtivat pienempään päästöön per kasvukilo
- Eläintuotannossa lantavarastojen osalta biokaasulaitoksien hyödyntäminen pienensi päästöjä, turpeen käyttö kuivikkeena nosti päästöjä
- Eri ympäristövaikutusluokkien huomiointi vastakkaissuuntaisten vaikutuksien välttämiseksi (hiilijalanjälki vs. vesiniukkuusvaikutus tai rehevöityminen)



Kiitos!

Luonnonvarakeskus

Erikoistutkija Sanna Hietala
Tutkija Hannele Heusala
Tutkimusprofessori Arto Huuskonen
Tutkija Marja Jallinoja
Erikoistutkija Kirsi Järvenranta
Erikoistutkija Juha-Matti Katajajuuri
Erikoistutkija Kaisa Kuoppala
Tutkimusprofessori Ilkka Leinonen
Tutkija Jouni Nousiainen
Tutkija Anu Reinikainen
Erikoistutkija Kirsi Usva
Tutkimusavustaja Marja-Liisa Vieraankivi
Tutkija Karetta Vikki
Johtava tutkija Perttu Virkajärvi
Tutkija Virpi Vorne
Erikoistutkija Anna-Liisa Välimaa

Helsingin yliopisto

Professori Aila Vanhatalo
Vanhempi yliopistonlehtori Tuomo Kokkonen

Lähteet

Hietala, S., Heusala, H., Katajajuuri, J.-M., Järvenranta, K., Virkajärvi, P., Huuskonen, A., & Nousiainen, J. (2021). Environmental life cycle assessment of **Finnish beef**—cradle-to-farm gate analysis of dairy and beef breed beef production. *Agricultural Systems*, 194, 103250.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103250>

Hietala, S., Usva, K., Nousiainen, J., Vieraankivi, M.-L., Vorne, V., & Leinonen, I. (2022). Environmental impact assessment of **Finnish feed crop production** with methodological comparison of PEF and IPCC methods for climate change impact. *Journal of Cleaner Production*, 379, 134664.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134664>

Usva, K., Hietala, S., Nousiainen, J., Vorne, V., Vieraankivi, M.-L., Jallinoja, M., & Leinonen, I. (2023). Environmental life cycle assessment of **Finnish broiler chicken production** – Focus on climate change and water scarcity impacts. *Journal of Cleaner Production*, 410, 137097.

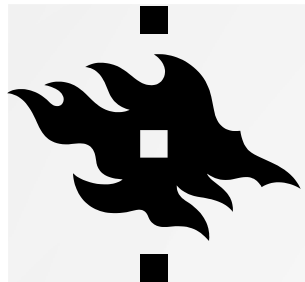
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137097>

Hietala, S. (2023). Environmental life cycle assessment of **livestock production**: the applicability of IPCC and PEF methods to Finnish production. <https://urn.fi/URN:ISBN:9789526239125>

Hietala, S., Usva, K., Vieraankivi, M. L., Vorne, V., Nousiainen, J., & Leinonen, I. (2024). Environmental sustainability of **Finnish pork production**: Life cycle assessment of climate change and water scarcity impacts. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 29(3), 483-500.

<https://doi.org/10.1007/s11367-023-02258-7>

Hietala, S., Vikki, K., Reinikainen, A., Kuoppala, K., Vanhatalo, A., Kokkonen, T. & Välimaa, A-L. (2025). The effect of the introduction of leguminous feed crops to dairy cow diets on the environmental and social **sustainability of milk**—a life cycle approach. *Vertaisarvioitava, submitoitu The International Journal of Life Cycle Assessment*.

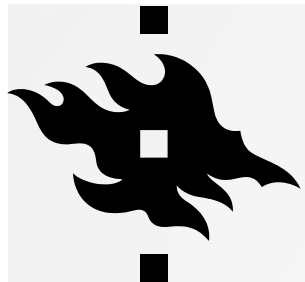


Viljelyn typpioksiduulipäästöjen vähennyspotentiaali

Kristiina Karhu, Mari Pihlatie, Jonna Teikari, Priit Tammeorg
AGCLIMATE hanke

Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto

Ilmakehätieteiden keskus (INAR), Helsingin yliopisto



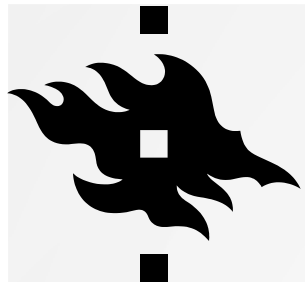
ILMASTONEUTRAALIUS EI TOTEUDU ILMAN MAATALOUDEN N₂O-PÄÄSTÖVÄHENNYKSIÄ

N₂O-päästöt ~50% maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä

Päästövähennykset haastavia - N₂O-päästöt ovat vaikeasti ennustettavia ja episodimaisia

EU-tasolla N₂O-päästöjä onnistuttu vähentämään vain 10 % (1990-1999 tasosta), vrt. teollisuuden -90 % päästövähennyksiin!

Tarvitaan tarkempaa tietoa toimivista päästöjen vähennyskeinoista ja niiden jalkauttamisesta



POHJOISET ALUEET VÄHÄN TUTKITTUJA

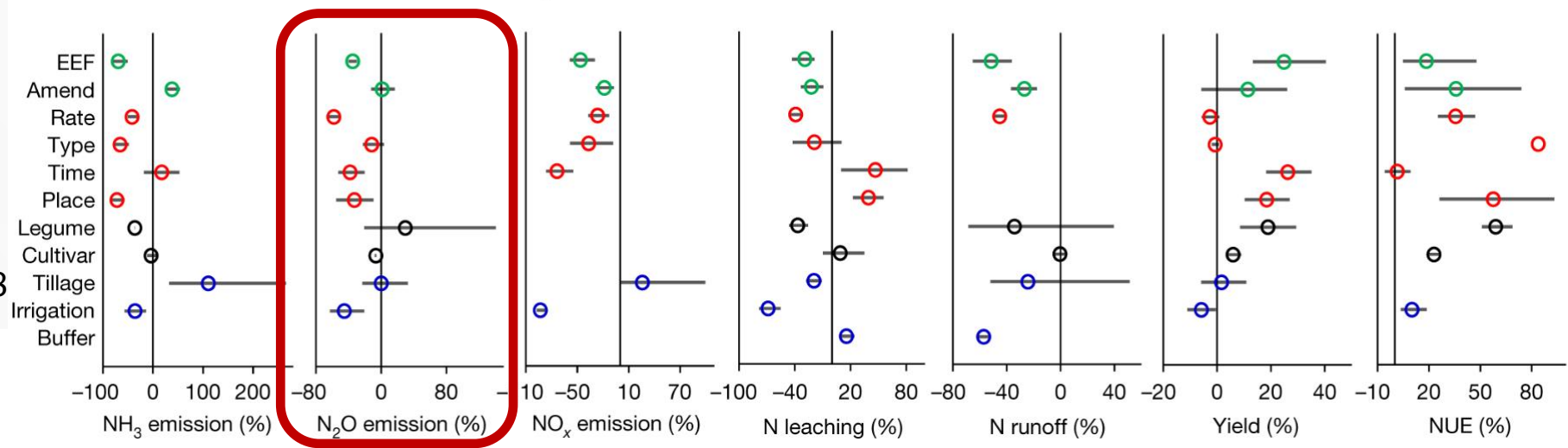
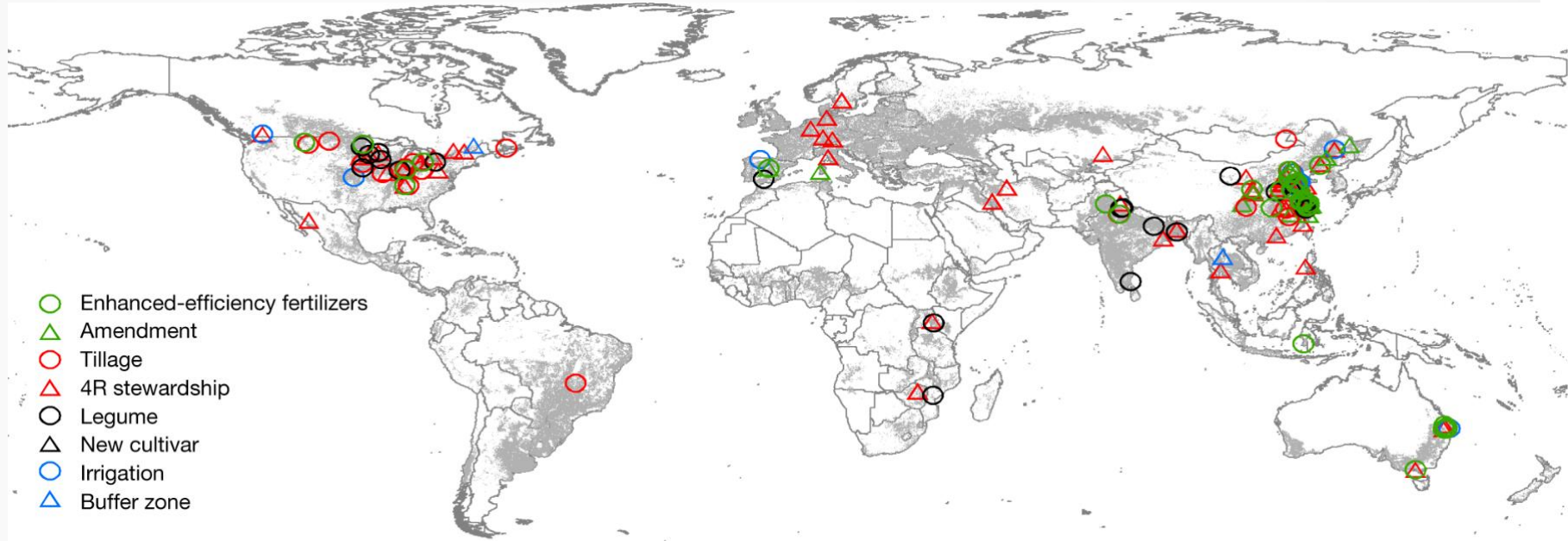
HIILIRIKAS
MAAPERÄ

PITKÄ TALVI

Cost-effective mitigation
of nitrogen pollution from
global croplands.

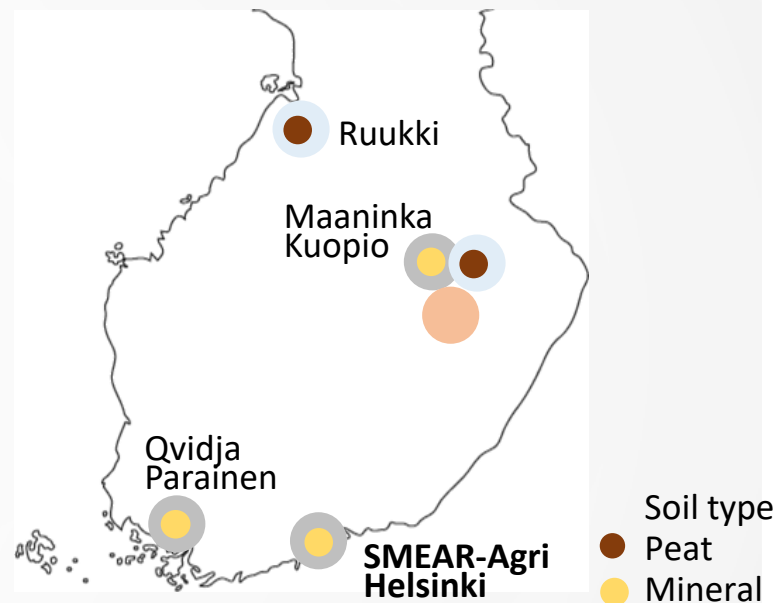
Gu et al., 2023. Nature.
doi.org/10.1038/s41586-022-05481-8

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI



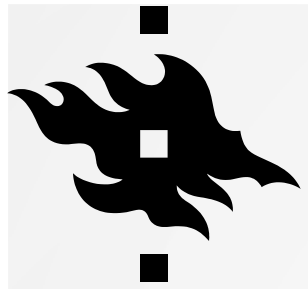


SUOMESSA MAILMAN LUOKAN TUTKIMUSVERKOSTO MAATALOUDEN ILMASTOVAIKUTUSTEN TUTKIMISEEN



INAR RI Agriculture NETWORK

A Research infrastructure network to study air quality and climate impacts of northern agriculture



PÄÄSTÖVÄHENNYSKEINOT

Optimoitu typen käyttö ja maataloustoimet voivat johtaa 10-60 % päästövähennykseen (Molina-Herrera et al., 2016)!

Lannoitusmäärä -10 %: N_2O -päästövähennys: 10-30 %

Lannoituksen muoto ja inhibiittorit $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{urea-N}$

Lannoituksen ajoitus

Biohiili- ja kuitulisäys

Emerging options for mitigating N_2O emissions from food production by manipulating the soil microbiota
Lars R Bakken and Åsa Frostegård

Urea-based fertilization strategies to reduce yield-scaled N_2O emissions and enhance bread-making quality in a rainfed Mediterranean wheat
Guillermo Guardia^{a,*}, Alberto Sanz-Cobena^a, Laura Sanchez-Martín^a, Teresa Fuertes-Mendizábal^b, Carmen González-Murua^b, José Manuel Álvarez^a, Antonio Vallejo^a

Biochar application as a tool to decrease soil nitrogen losses (NH_3 volatilization, N_2O emissions, and N leaching) from croplands: Options and mitigation strength in a global perspective
Qi Liu^{1,2,3} | Benjuan Liu^{1,2} | Yanhui Zhang^{1,2} | Tianlong Hu^{1,2} | Zhibin Lin^{1,2} | Gang Liu¹ | Xiaojie Wang^{1,2} | Jing Ma^{1,2} | Hui Wang^{1,2} | Haiyang Jin^{1,2} | Per Ambus⁴ | James E. Amonette^{5,6} | Zubin Xie¹

A review and meta-analysis of mitigation measures for nitrous oxide emissions from crop residues
Diego Abalos^{a,*}, Sylvie Recous^b, Klaus Butterbach-Bahl^c, Chiara De Notaris^a, Tatiana F. Rittl^d, Cairistiona F.E. Topp^e, Søren O. Petersen^a, Sissel Hansen^d, Marina A. Bleken^f, Robert M. Rees^e, Jørgen E. Olesen^a



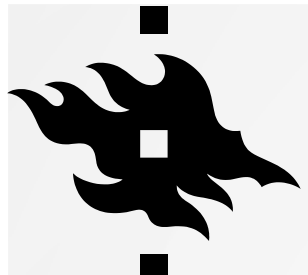


TUTKIMUSKYSYMYKSET

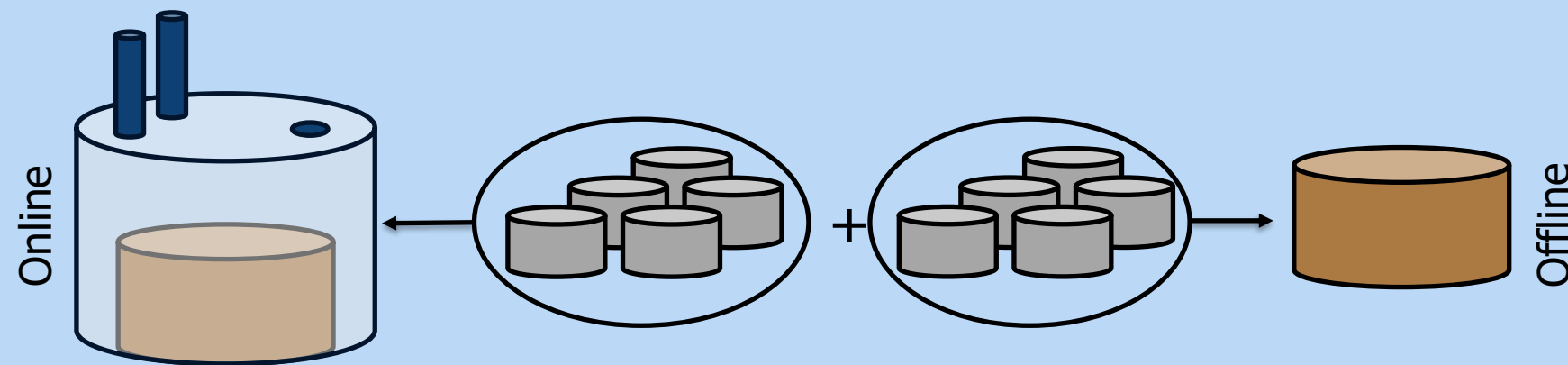
- 1) Miten maaperän hiilimäärä vaikuttaa kasvukauden ulkopuolisiin N_2O -päästöihin?
- 2) Voidaanko näitä päästöjä vähentää inhibiittoreilla?
→ inkubaatiokoe, jossa syksyllä kerätyistä maanäytteistä (laaja C % gradientti sisältää sekä mineraalimaita että turvemaita) mitataan laboratoriossa NH_4NO_3 lisäyksen jälkeen maiden N_2O tuottoa (inhibiittorilla tai ilman)



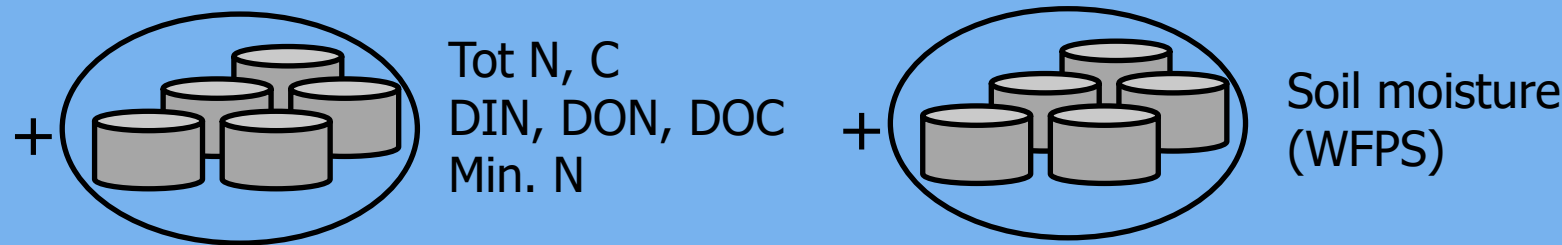




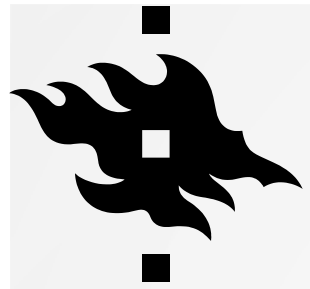
INKUBAATIOKOE TALVELLA 2025-2026



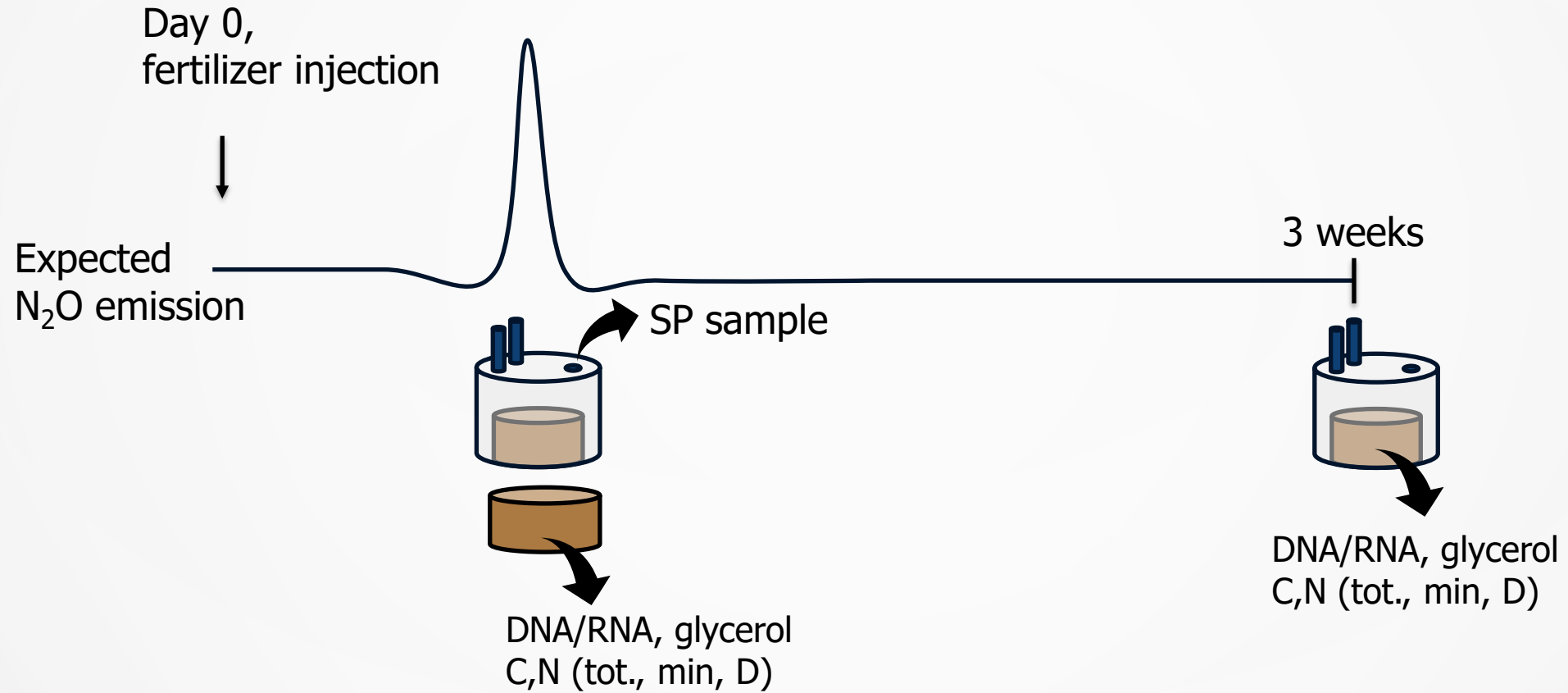
**X4 treatments
=40 soil cores (20+20)**
 NH_4NO_3
 Control
 NH_4NO_3 +Inhibitor
 Control+Inhibitor

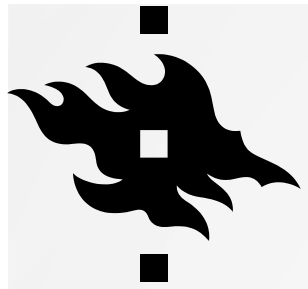


**50 soil cores per
site**
 7 sites = 350 cores
 (140 online samples)



INKUBAATIOKOEEN AIKAJANA





INHIBIITTORIN VAIKUTUS

Kuva: Madsen, C.K., et al.2025. Expert synthesis on knowledge and knowledge gaps of biological nitrification inhibitors. Advisory report from DCA – Danish Centre for Food and Agriculture, Aarhus University.

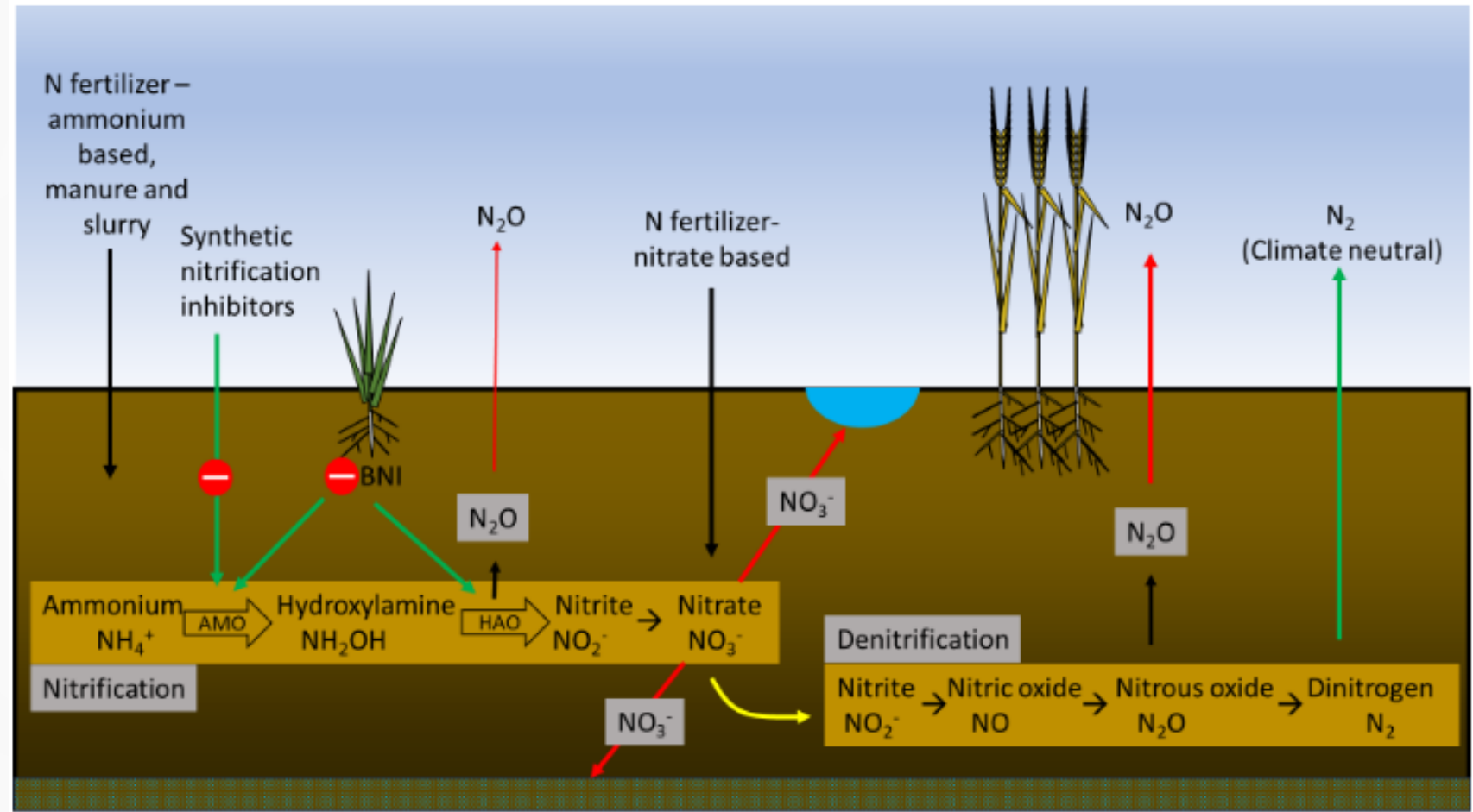


Figure 1. Nitrogen conversions in soil and their interaction with the atmosphere and hydrosphere.

Air

Soil

Rainfall & Irrigation

NH_4^+ -based fertilizer

Biochar

Organic coating on biochar

Micro-/Meso-pores

Surface functional groups

Soil microbial (biofilm) growth

CO_2

H_2O

NH_4^+

NH_3

• NH_4^+

• NH_3 (gas)

• Infiltrated water

• Penetrated air

• etc.

• Mitigated N_2O emission

• Reduced NH_3 volatilization

• Decreased H_2O loss

• Improved C sequestration

• Enhanced NUE

• Boosted plant growth

1. Biochar mediates soil porosity, aggregation, pH, CEC, etc.

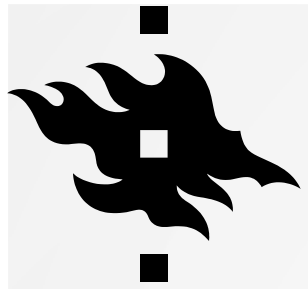
2. Biochar provides more habitats and niches for better microbial activities.

3. Biochar adsorbs more nutrients (e.g., N and P), air (e.g., CO_2 for C sequestration), and water.

4. A complex organic coating on biochar adds hydrophilicity, redox-active moieties, and additional mesoporosity.

Increased N retention & less N leaching

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

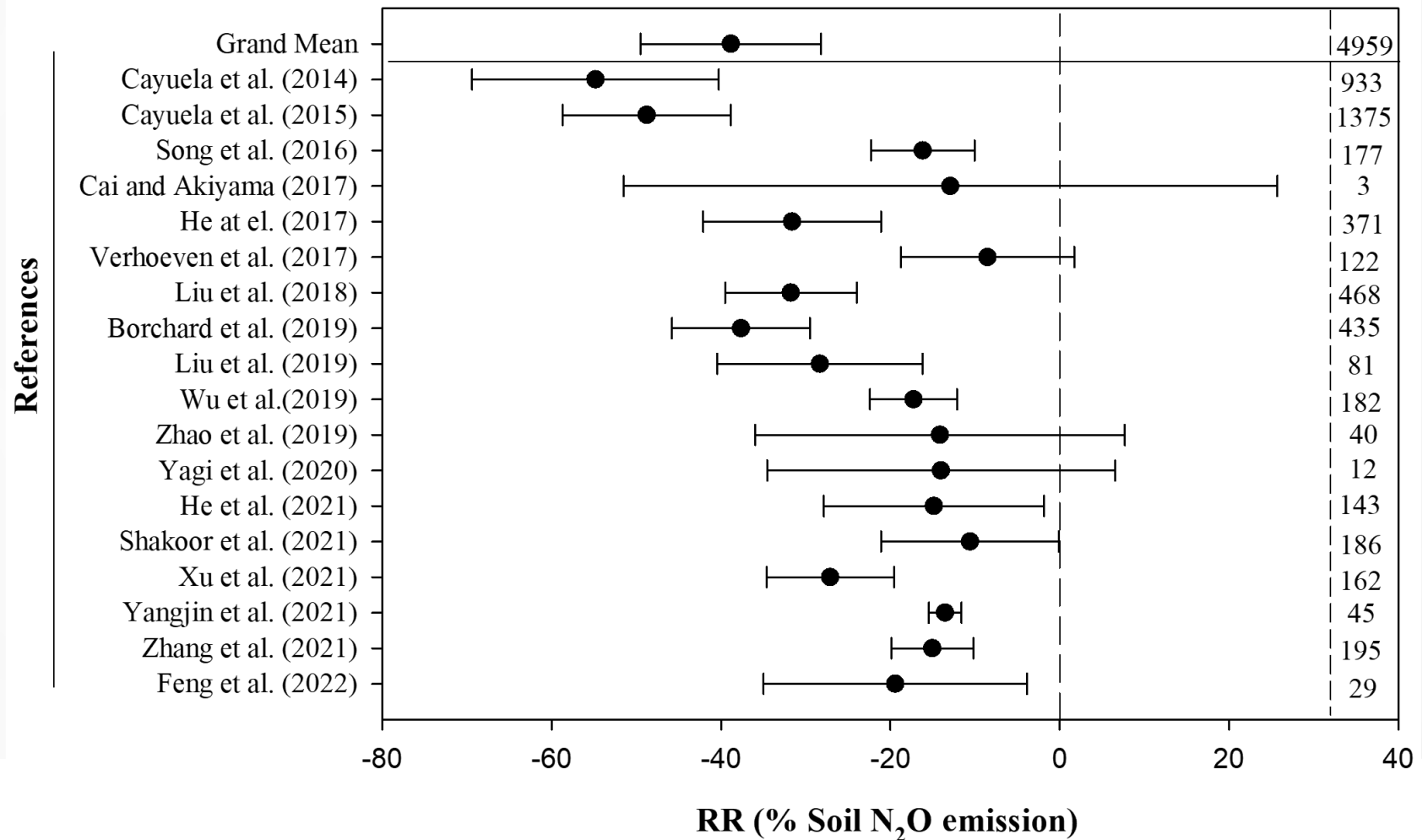


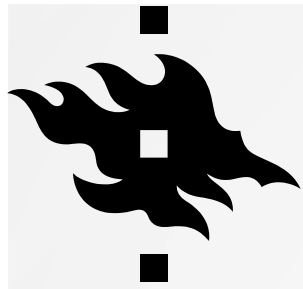
GLOBALI META-ANALYYSI BIOHIILEN N₂O PÄÄSTÖVÄHENNYS-POTENTIALISTA

- Keskimääräinen N₂O päästövähennys 38%

Kaur et al. 2023. *GCB Bioenergy* 15:24–37.

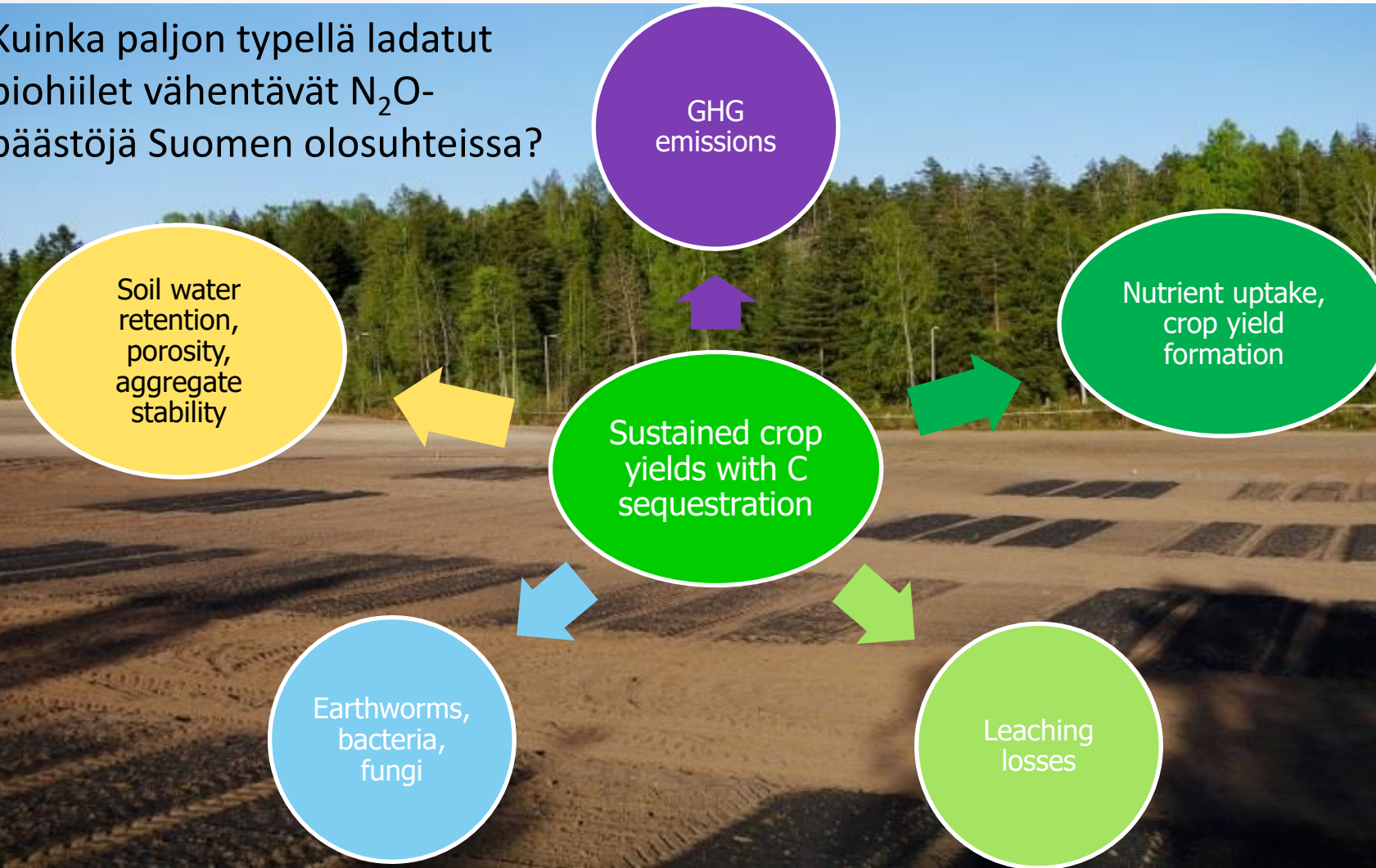
Suomessa 30% vähennys lannoituksen jälkeen (Kalu et al. 2021, AEE 316: 107454), tai jopa 75 - 98 % suurempi päästö ilman biohiiltä päästöepisodien aikana (Kalu et al. 2022, *Frontiers in Env. Science* 10: 914766)

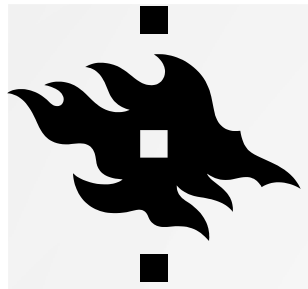




JATKUVATOIMISET N₂O-MITTAUKSET VIIKIN BIOHIILIKENTÄLTÄ 2026-2027

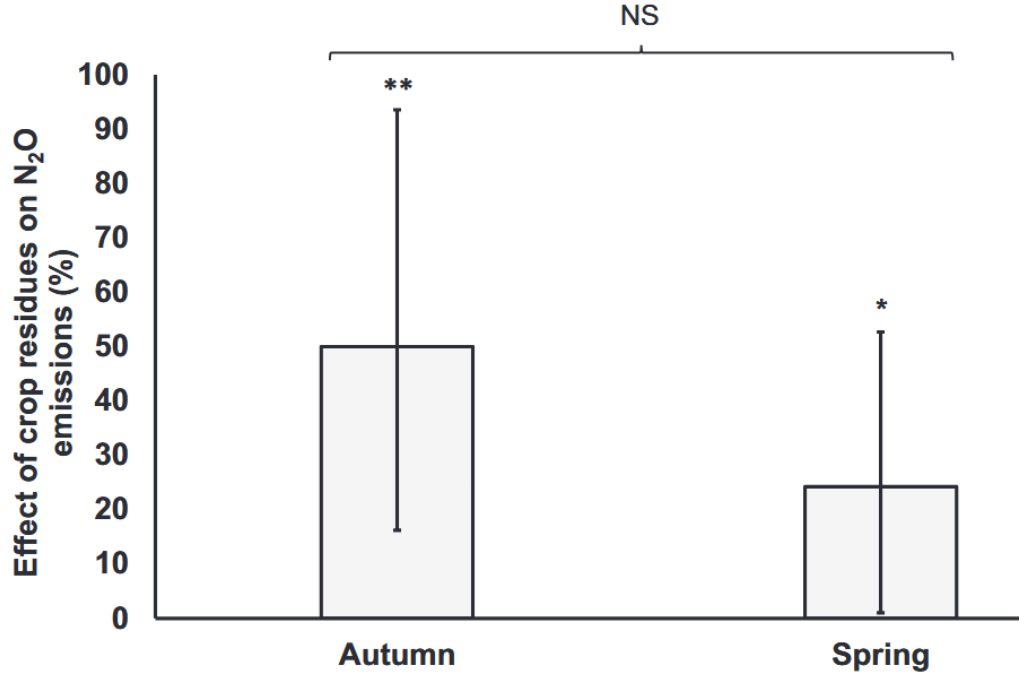
Kuinka paljon typellä ladatut biohiilet vähentävät N₂O-päästöjä Suomen olosuhteissa?





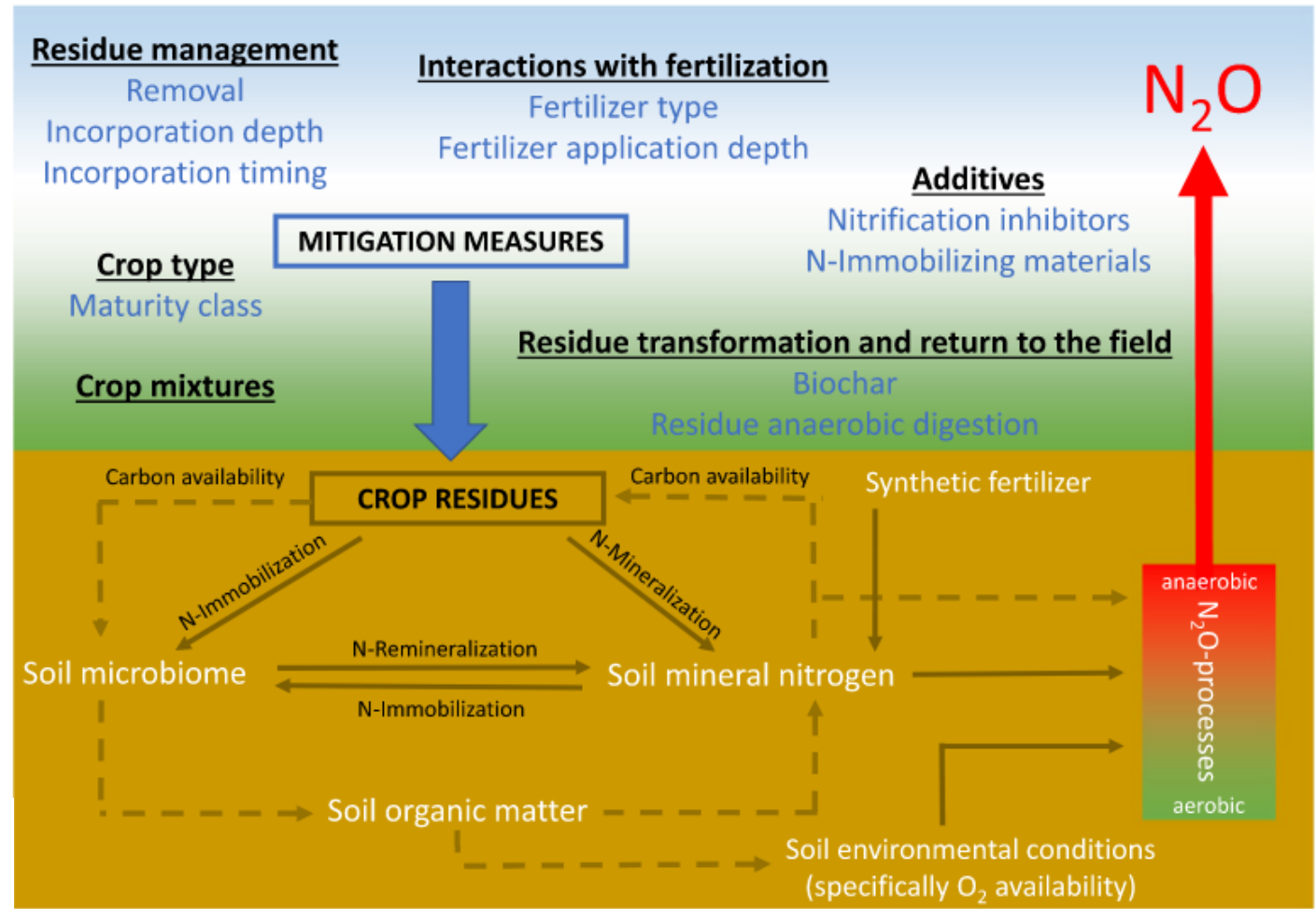
KASVAVA KASVI VÄHENTÄÄ N₂O-PÄÄSTÖJÄ, MUTTA KUOLLUT KASVI VOI LISÄTÄ NIITÄ

KASVINJÄÄNTEIDEN KOHTALO KASVUKAUDEN ULKOPUOLELLA?



A review and meta-analysis of mitigation measures for nitrous oxide emissions from crop residues

Diego Abalos ^{a,*}, Sylvie Recous ^b, Klaus Butterbach-Bahl ^c, Chiara De Notaris ^a, Tatiana F. Rittl ^d, Cairistiona F.E. Topp ^e, Søren O. Petersen ^a, Sissel Hansen ^d, Marina A. Bleken ^f, Robert M. Rees ^e, Jørgen E. Olesen ^a





PÄÄSTÖVÄHENNYPOTENTIALIA ON JA TUTKIMUSYHTEISÖ ETSII RATKAISUJA YHDESSÄ VILJELIJÖIDEN KANSSA

Kohti typpi- ja ilmastoviisasta maataloutta!

INAR RI AGRICULTURE

Facilitating excellent science, promoting scientific breakthroughs

KIITOS!

Miksi yritystä pitäisi kiinnostaa?

Ilmastoviisas ruokaketju – tutkimustuloksista käytännön ratkaisuihin
8.10.2025

Ville Wahlberg,
toimitusjohtaja
Baltic Sea Action Group

Laura Ylimäki,
vastuullisuusjohtaja,
kestävän liiketoiminnan kehitys
Säästöpankkiryhmä

Ilmastoviisas ruokaketju – tutkimustuloksista käytännön ratkaisuihin

Lounastauko

Ohjelma jatkuu klo 13:00



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

FOOD2.0 | Valio

HKFOODS

Boosted by
**BUSINESS
FINLAND**

Hiilipäästöjen ja -nielujen todentaminen

Ilmastoviisas ruokaketju – tutkimustuloksista käytännön ratkaisuihin

Julia Illman & Hilkka Heiskari-Tuohiniemi, Vaisala

08.10.2025

VAISALA

Sisältö

Vaisalasta lyhyesti

Laskentamalleista mitattuun dataan

Käytännön ratkaisuja mittaamiseen

Global tech leadership since 1936

Customers in over

150

countries

565

MEUR

in net sales

2,400+

exp

erts



59

nationalities

300+

product

families

1,400+

shipments weekly

4.0/5

Employee engagement
index



28%

of our people work
in R&D

We operate around
the world and
measure on 2
planets



23

offices

18

countries

400+

partners
worldwide



**Greenhouse gas
measurements**



Aviation



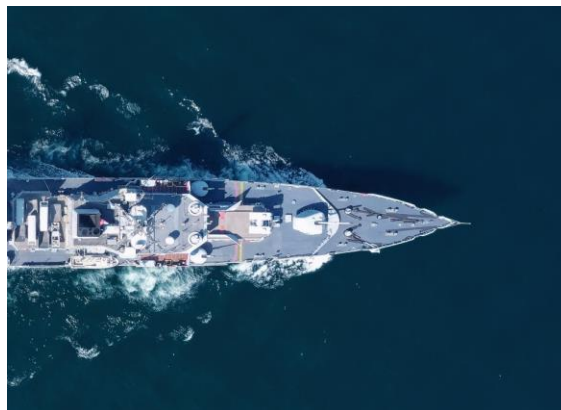
Renewable energy



Meteorology



Defense meteorology



Maritime



Energy, urban and industries



Roads and automotive

kWh

€

km

kg

gCO₂e/x

litra

kpl

ha

AKTIVITEETTI x PÄÄSTÖKERROIN

= PÄÄSTÖ

gCO₂e

Miten päätät mitä laitat päälle kun lähdet ulos?

Menet ulos kokeilemaan miltä lämpötila tuntuu

Laitat jotain päälle ja toteat, että ensi kerralla pitää varustautua eri tavalla

Hyödynnät Suomen, Euroopan, tai maailman keskiarvoja, riippuen mitä on saatavilla

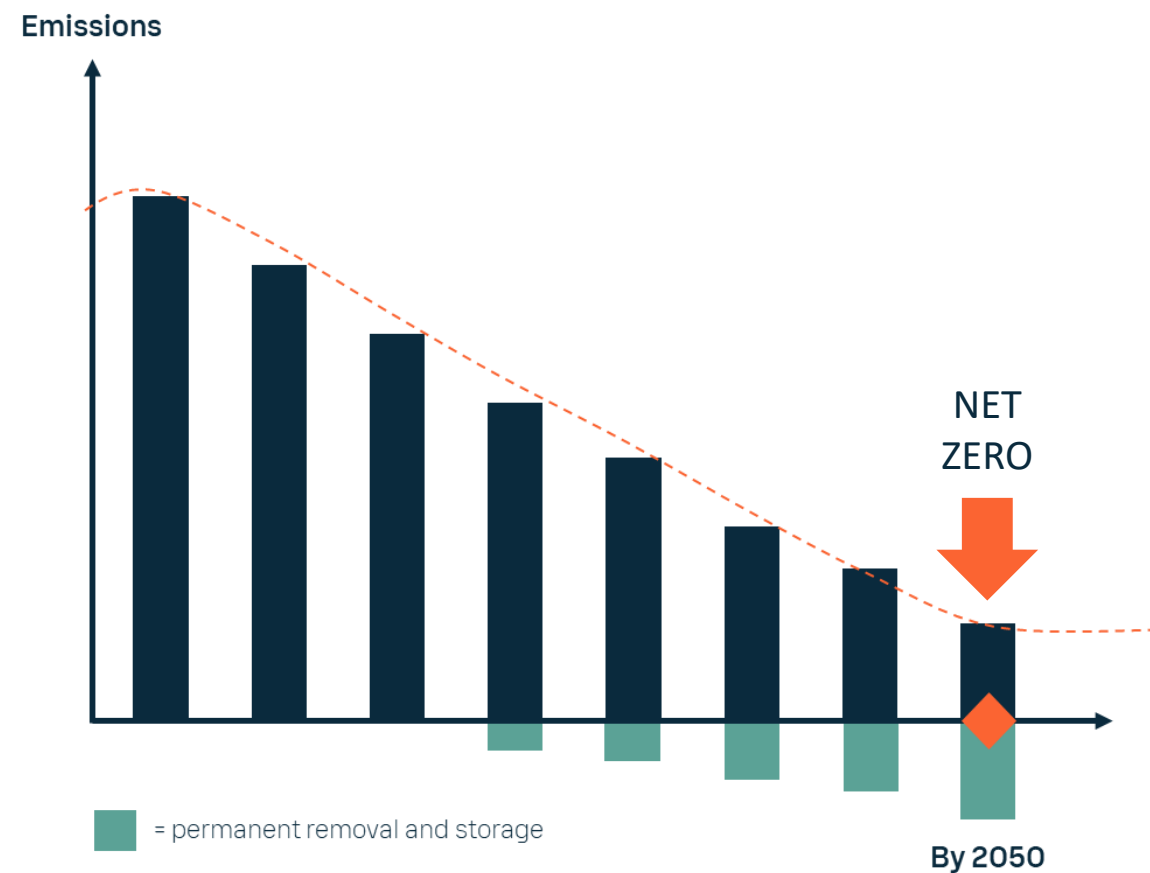
Selvität päivän päätteeksi, kuinka kylmä ulkona olikaan

Tarkastelet tilastoja, mikä lämpötila oli viime vuonna ja 3 edellisenä vuonna



Hiilinielujen todentaminen

- Ilman hiilinieluja tai hiilenpoistoja, nettonollatavoitteiden saavuttaminen ei ole mahdollista
- Täytyy tunnistaa vaikutusmahdollisuudet, toteuttaa toimenpiteitä ja mitata niiden tuloksia



Ilmakehän kasvihuonekaasujen mittaus

- Vaisalan **CO₂**-päästöjen mittausteknologiaa kehitetty yli 20 vuotta (**CARBOCAP®**)
- Johtava ratkaisu prosessiteollisuudessa, teknologiaa sovellettu ilmakehän ja maaperän CO₂ mittaukseen
- Yrityskauppa syyskuussa 2025 täydentämään tarjoamaa **CO₂**, **veden ja energian vuomittauksilla**, joka mahdollistaa esim. hiilinielujen mittaamisen

CO₂ anturi
(GMP sarja)



Vuomittausasema

(ENG. "flux station")

- Jatkuvatoiminen **hiilipäästöjen ja -nielujen mittaus**
- Tiedosta muodostuu pitkiä aikasarjoja, joka **mahdollistaa tunnistamaan, mitkä tekijät ja/tai toimenpiteet vaikuttavat hiilen sidontaan**
- Myydään palveluna 3 vuoden sopimuksella, huoltovapaa asiakkaille, ei investointeja laitteistoon
- Huomioi meteorologisia muuttujia, jotka vaikuttavat hiilen, veden ja lämmön kiertoon
(mm. sademäärä, lämpötila, maaperän lämpötila ja kosteus, maaperän lämpösäteily, auringon säteilyteho)
- Lisäpalvelut: metaani ja pohjaveden pinnan mittaus



CASES

"Using GMP343 sensors in the BEACO₂N project has been a game-changer, offering precise data that enhances our understanding of local CO₂ dynamics. The project is a big win for this region and other cities."

Ronald Cohen
Professor of Chemistry & Earth
and Planetary Science,
University of California, Berkeley



Innovation transforms CO₂ monitoring in San Francisco

The University of California, Berkeley has integrated the Vaisala CARBOCAP Carbon Dioxide Probe GMP343 into their innovative BEACO₂N network. This provides cities with real-time data on CO₂ levels empowering them to take effective climate action.



Climate-smart agriculture advanced with accurate GHG measurements

Datasense is helping farmers understand the climate impact of their agricultural fields. Vaisala's GMP343 is used to measure soil respiration and understand the impacts of photosynthesis on GHG emissions through automatic chamber measurement system.



Enhancing urban CO₂ monitoring in Munich for climate action

The CO₂ measurement system created by the Technical University of Munich for the ICOS Cities project consists of 20 autonomous roof-top systems designed to measure GHGs in urban environments. These incorporate Vaisala's GMP343 to deliver actionable data to support urban climate initiatives.

Todennettua tietoa ilmastoviisauden
edistämiseksi

VAISALA

Ilmastoviisas typenkäyttö

- agronominen näkökulma



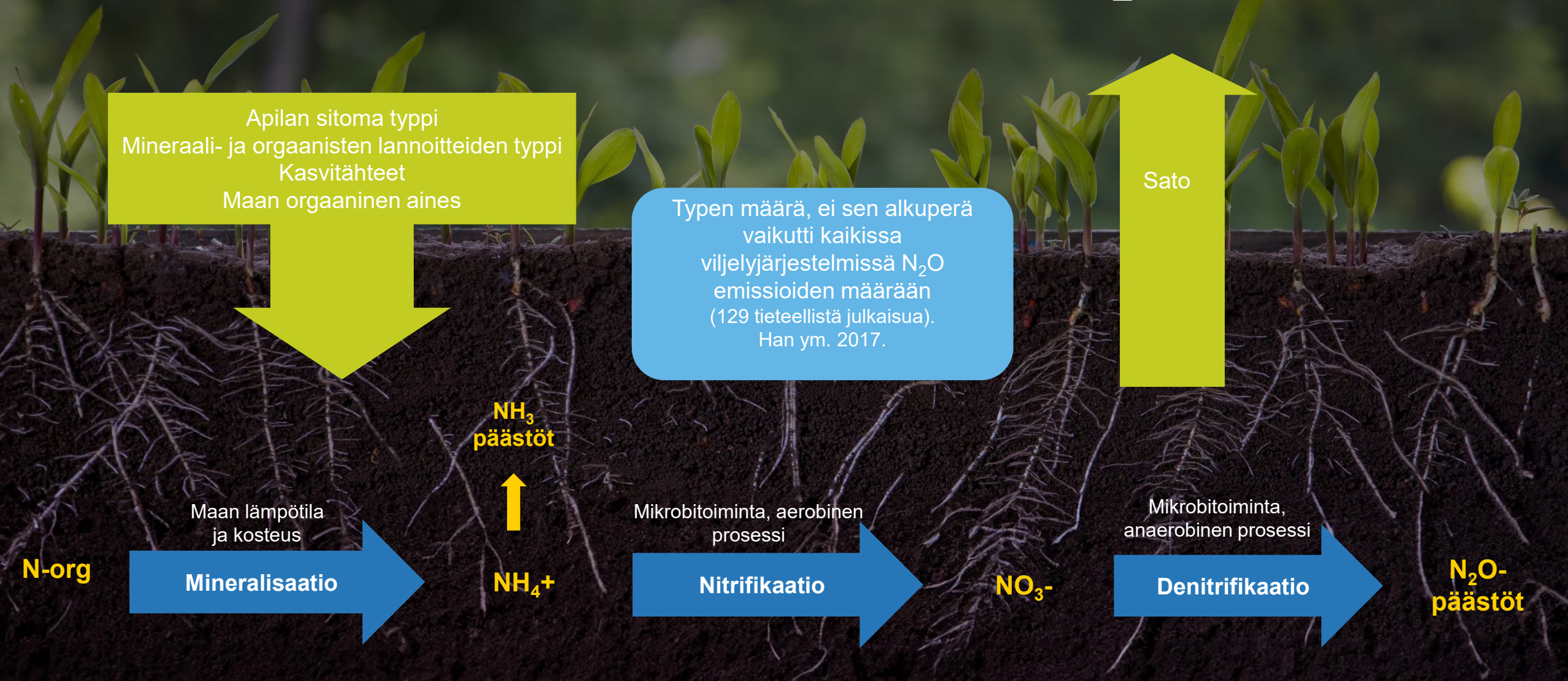
Mervi Seppänen
dos, kasvinviljelytiede
Vanhempi agronomi
Kestävyys, nurmet
Yara Suomi



Hyvä, paha typpi

- Typpi rajoittaa eniten sadonmuodostusta.
- Maaperän ja lannoitteiden typpi aiheuttaa N_2O – päästöjä.
- Ruoantuotannon N_2O -päästöjen vähentämisessä huomioitava sadon määrän ja laadun.
- Ilmastoviisas typenkäyttö viljelijän näkökulmasta?

Typen määrä, ei alkuperä aiheuttaa N₂O-päästöjä



Kasvihuonekaasujen mittauskokeet 2023 - 2024

Yhteistyössä HKFoods ja Fazer

Tavoitteena oli selvittää typenkäytön strategioiden vaikutusta N_2O -päästöjen määrään ja tuottaa kokeen tulosten sekä tieteellisen kirjallisuuden pohjalta ohjeistus ilmastoviisaaseen typenkäyttöön.

- Kevätvehnä – jaettu typpilannoitus
- Nurmet – lannoituksen ajoittaminen

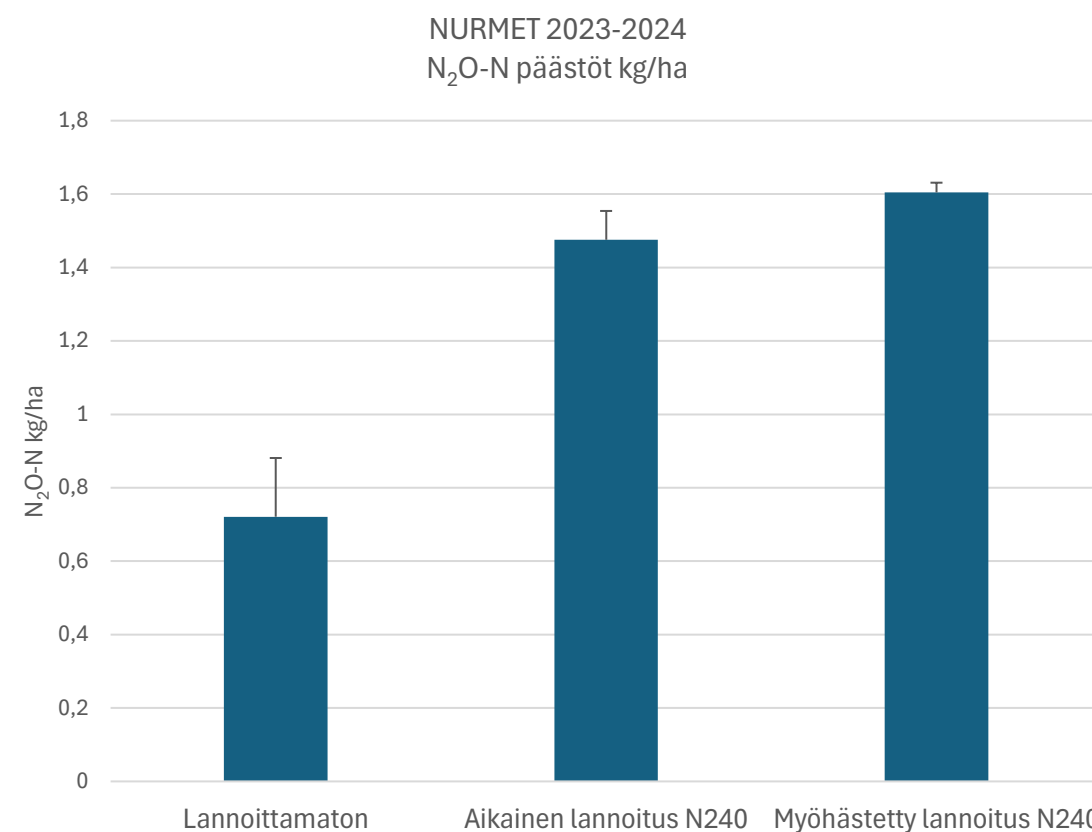
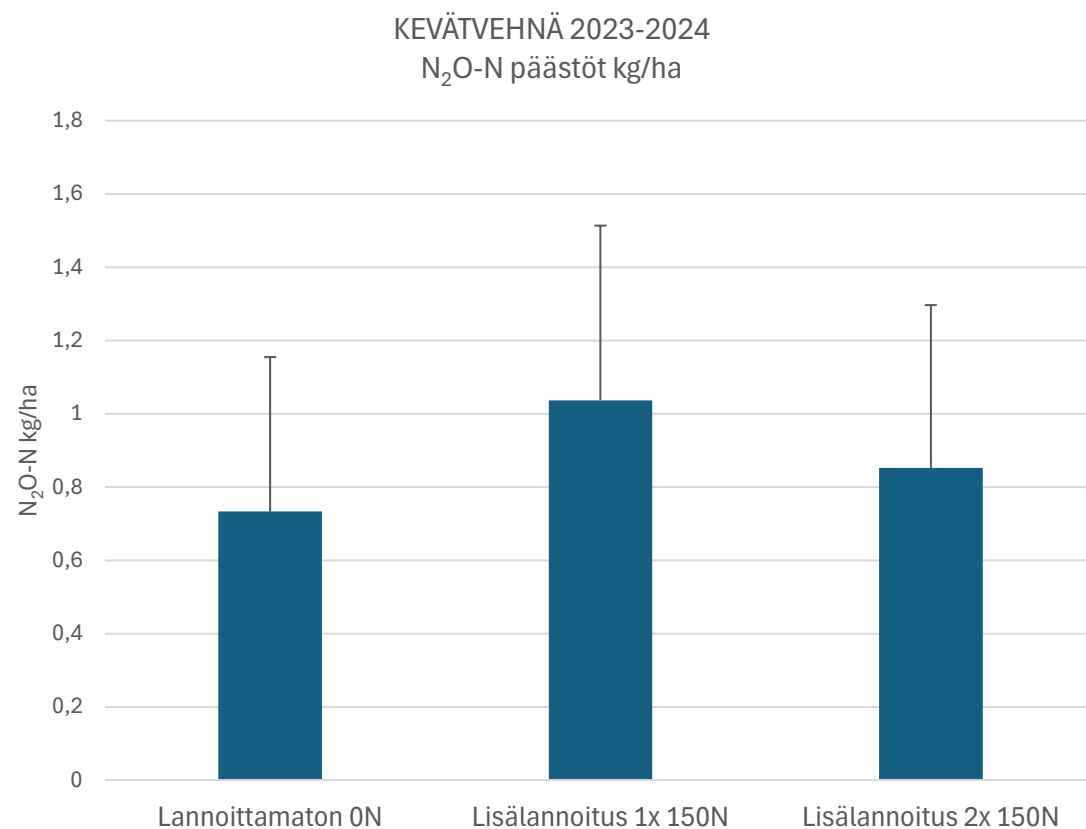
Toteutus:

- Teknologiatoimittaja DataSense Oy ja Kotkaniemen tiimi
- Mittausteknologian ohjeistus: YARD, Luke, Ilmatieteen laitos, Helsingin ja Itä-Suomen yliopistot

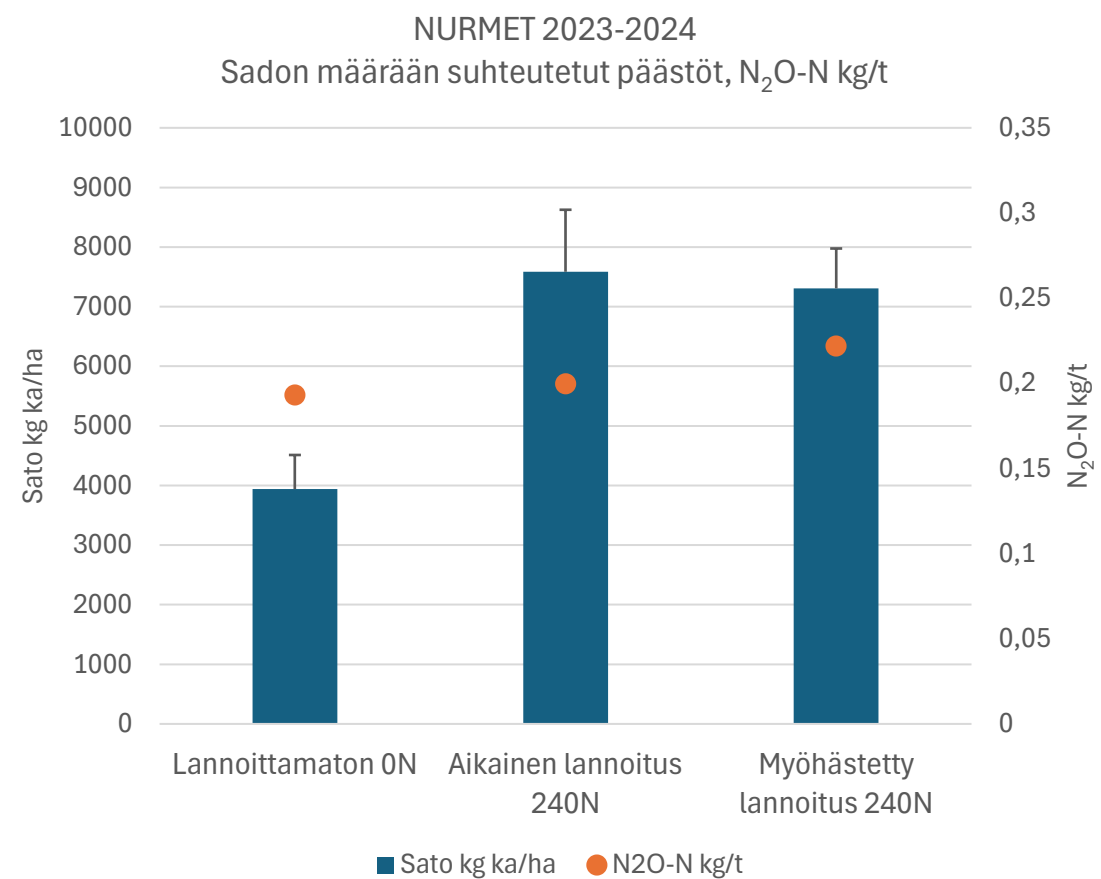
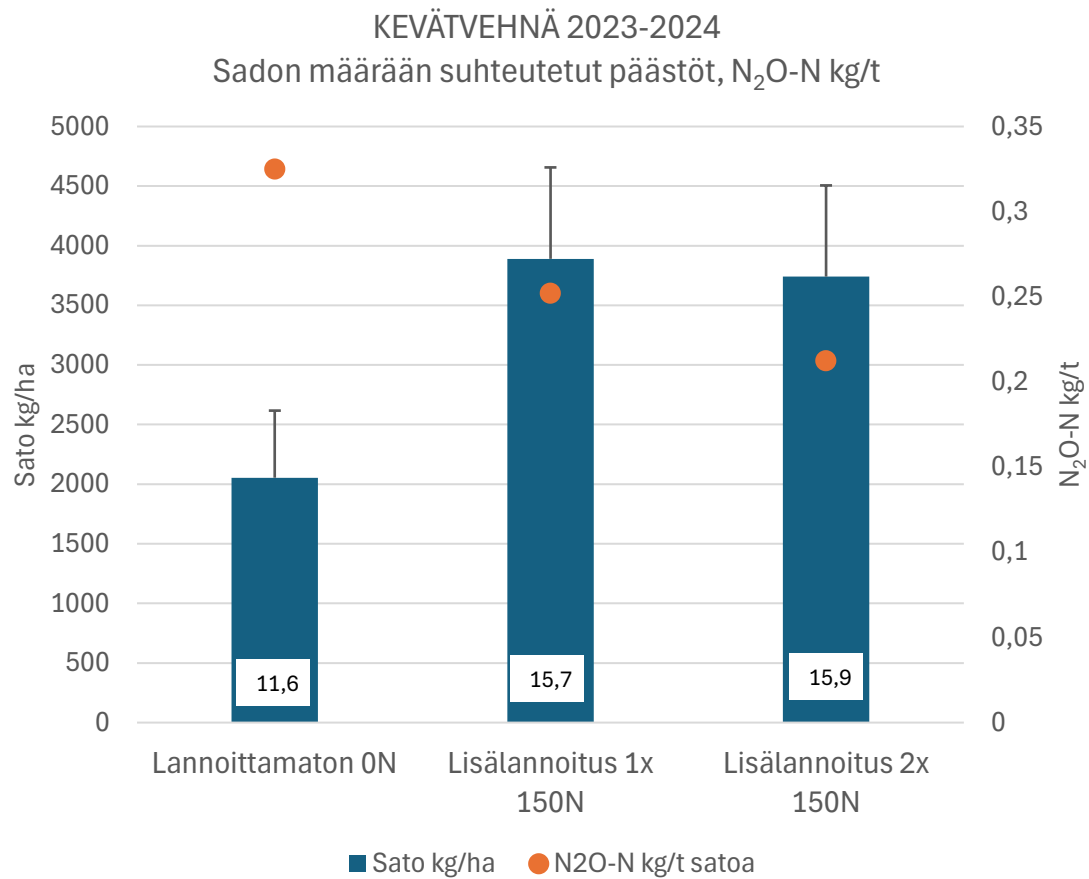


Typen haihdunta koevuosina vähäistä

Peltomaan N₂O-päästöt merkittäviä. Kun peltomaan päästöt vähennetään lannoitetuista koejäsenistä, haihtui typpeä kasvukauden aikana 0,1 – 1,2 kg N₂O-N/ha.



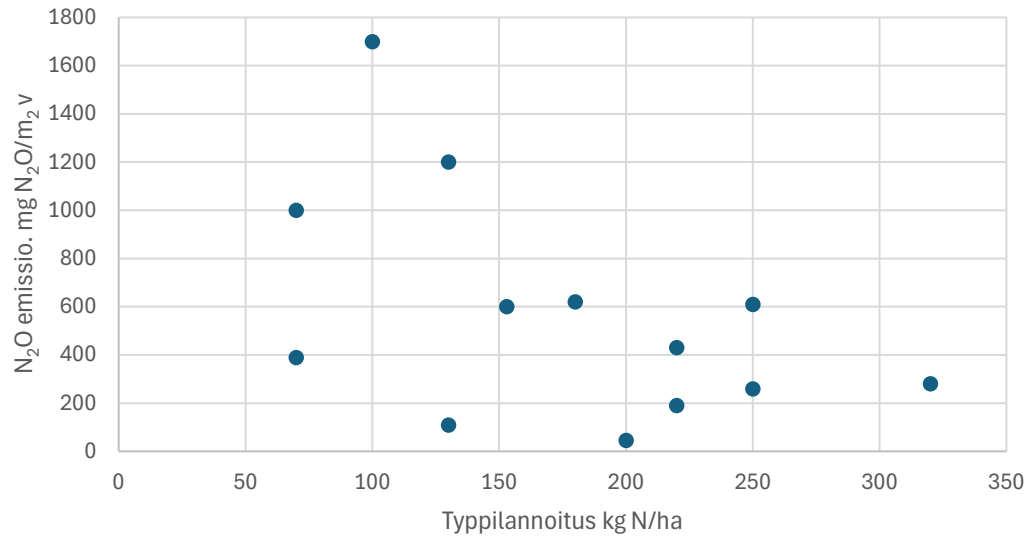
Sadon määrään suhteutetut päästöt, N₂O-N kg/t



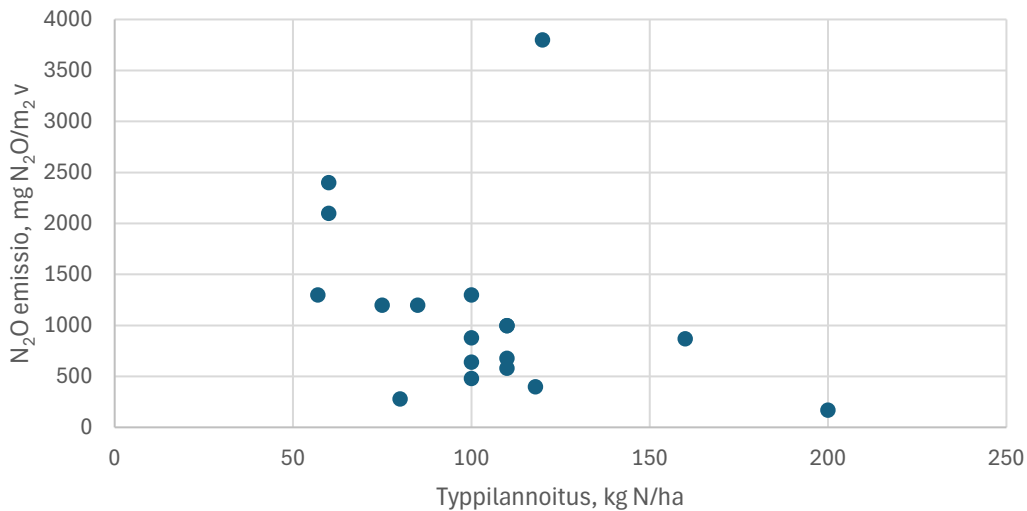
Milloin N₂O-emissioita?

- Koevuosina lannoituksen jälkeen ei havaittu N₂O emissiopiikkiä, peltomaa oli kuiva.
- Emissiopiikki sateen jälkeen ja emission suuruus oli yhteydessä lannoitusajankohtaan.
- Olosuhteet, jotka edesauttoivat sadon muodostumista, aiheuttivat myös riskin N₂O-päästöjen muodostumiselle.
- Peltomaa on merkittävä N₂O-päästölähde. Mikä on typpilannoituksen vaikutus päästöihin?
- Ruoantuotannossa N₂O-päästöjen määrä tulee ilmoittaa **laatuvaatimukset** täyttävää satokiloa kohden.

N₂O emissiot, nurmet



N₂O emissiot, viljat





Knowledge grows

Lannoitusratkaisusi ilmastoviisaaseen typenkäyttöön

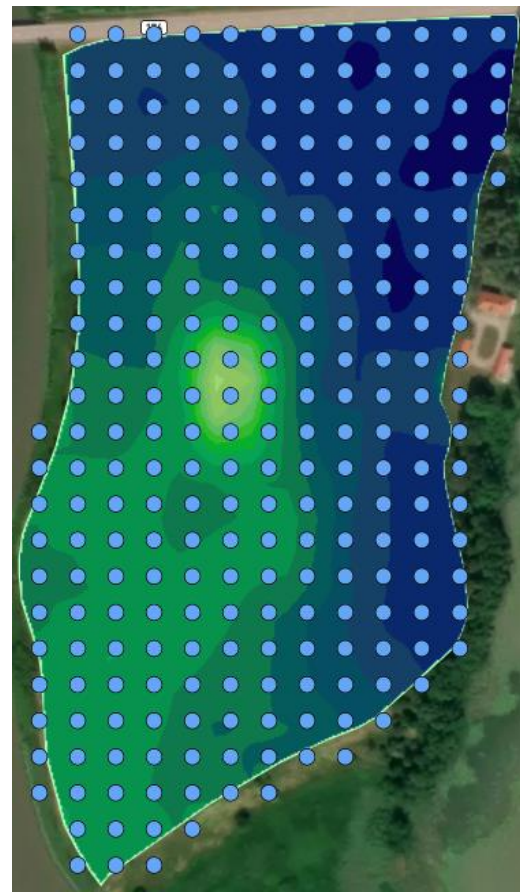
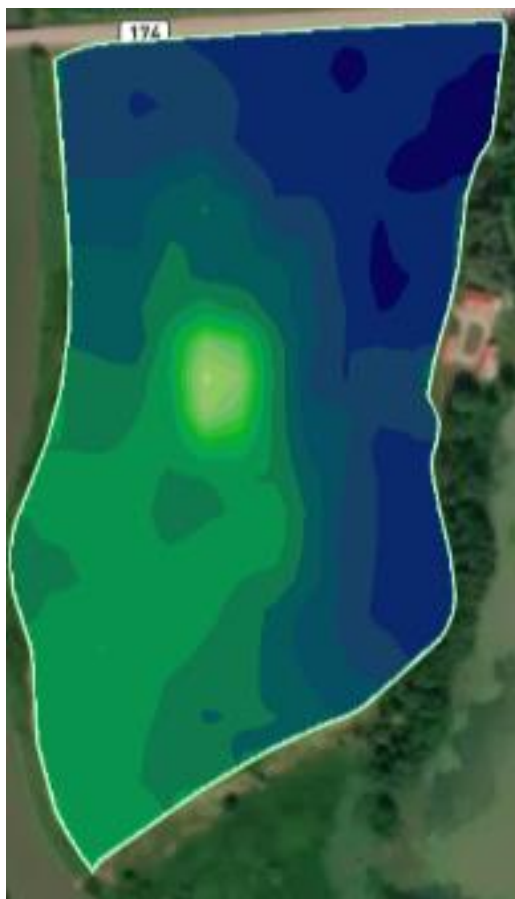
- *Tavoittele suurta ja laadukasta satoa*
- *Optimoi typpilannoitus viljelykasvin, peltolohkon, ja sääolojen mukaan*
- *Tavoittele tasapainoista lannoitusta*
- *Ei lannoitusta veden kyllästämään maahan*
- *Pellon vesitalous kuntoon*
- *Ota täsmälannoitus käyttöön*
- *Tavoittele tehokasta typenkäyttöä, NUEliuk NUEkok*

ilmastoviisas
typenkäyttö

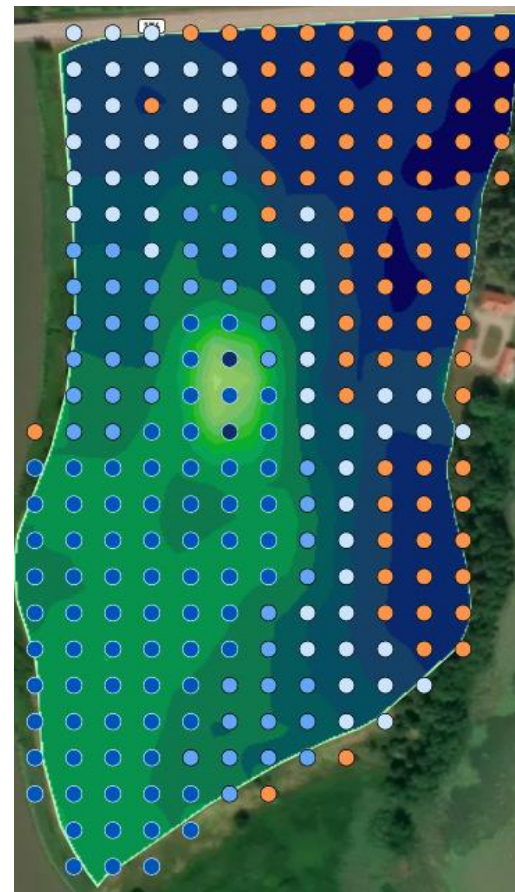


Levityskartat viljelijän päätöksenteon tukena

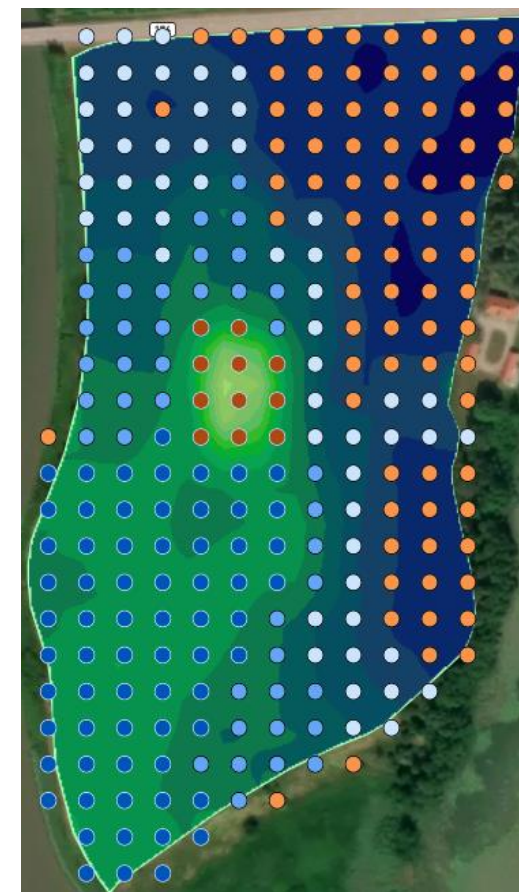
- tarkempaa typenkäyttöä ilman vaikutuksia sadon määrään tai laatuun



92 kg N/ha



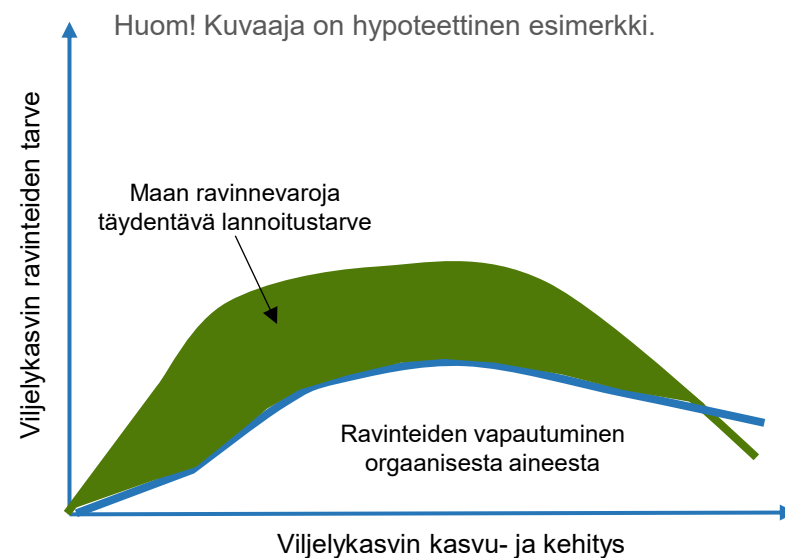
81 kg N/ha



75 kg N/ha



Tavoitteena optimoida typen lähde ja kohde



Satofysiologia:
Viljelykasvin ravinne-
tarve on riippuvaista
kehitysvaiheesta ja
kasvi-lajista. Siksi
agronomiassa
optimoidaan **lähde**
vastaamaan **kohteen**
ravinnetarvetta.

Ekologinen ravinteiden hallinta (ENM):

Tasainen ravinnevirta
lähteestä (OM)
kohteeseen (biomassa)

Typpilannoituksen ja viljelykasvin typentarpeen synkronisointi vähentää N_2O -päästöjen riskiä (Rees ym. 2025, Han ym. 2017).

Päästöjen vähentäminen on tehokkainta, kun ekologinen ravinteiden hallinta yhdistetään neljään oikeaan.

Kasviravitsemuksen neljä oikeaa:

Oikea määrä
Oikea aika
Oikea muoto
Oikea paikka

Korkea NUE

Kiitos!



KIERTOTALOUS MAATALOUDESSA

ESIMERKKINÄ BIOKAASUN TUOTANTO

Robert Harmoinen
Kehityspäällikkö, Ilmasto- ja kestävä liiketoiminta,
Valio Oy

Internal Use Only

ILMASTOTYÖMME TAVOITE ON HIILINEUTRAALI MAIDONTUOTANTO VUOTEEN 2035 MENNESSÄ

Hiilineutraali maito tarkoittaa, että päästöjä vähennetään ja sidotaan ilmasta vähintään sama määrä kuin niitä syntyy maitotilalla, kuljetuksissa, tehtaalla ja pakkausten valmistamisessa sekä muualla maidon matkan varrella.

Valion liiketoiminnan ytimessä on kotimainen maidontuotanto. Maidontuotantomme perustuu nurmenviljelyyn ja sitä kautta yhteytemme luontoon on vahva. Valion juuret ovat syvällä suomalaisessa maaperässä minkä vuoksi ilmastosta ja luonnosta huolehtiminen on toimintamme turvaamisen kannalta välttämätöntä



MITÄ HYÖTYJÄ BIOKAASUN TUOTANTO TUO SUOMALASEEN RUOKAJÄRJESTELMÄÄN

✦ Mielekäs päästövähennystoimenpide

- Biokaasun tuotannolla saadaan päästövähennyksiä maatalous- ja liikennesektoreille
 - Lisäksi pienemmät lannan levityksen hajuvaikutukset maataloudessa

✦ Biokaasun tuotanto on kannattavaa liiketoimintaa

- Symbioosi, jossa kaikki osapuolet hyötyvät → positiivinen vaikutus ruoantuotannon kannattavuuteen

✦ Positiivinen vaikutus ruokajärjestelmän huoltovarmuuteen

- Biokaasuprosessi parantaa karjanlannan typen hyödynnettävyyttä → suuremmat sadot
- Lannasta saadaan tuotettua polttoainetta (LBG) ruokajärjestelmässä tarvittavien kuljetusten toteuttamiseen

✦ Lannan sisältämä energia on vielä pitkälti hyödyntämättä

- Suomessa tuotantoeläinten lantaa muodostuu arviolta noin 15 miljoonaa tonnia vuosittain
 - Valiolaisten tilojen osuus tästä on Valion laskennan mukaan noin 6,5 miljoonaa tonnia

✦ Alueellisten ravinnekuormien tasaaminen

- Biokaasulaitokset voivat toimia ruokajärjestelmän ravinnekierron solmukohtana
 - Ravinteet voidaan kuljettaa sinne missä niille on tarvetta
 - Määdätejäännöstä voidaan prosessoida paremmin alueen tarpeita vastaavaksi

BIOKAASULAITOKSET TOIMIVAT RUOKAJÄRJESTELMÄN RAVINNEKIERRON SOLMUKOHTANA

- ✦ Biokaasulaitokset toimivat ruokajärjestelmän ravinnekierron **solmukohtana**. Tuotannossa on kuitenkin tärkeää huomioida hygieniä ja turvallisuus (**maatalousbiomassat** – **yhdyskuntabiomassat**)
 - Maatilat tuottavat elintarviketeollisuuteen laadukkaita raaka-aineita
 - Elintarviketeollisuus jalostaa raaka-aineista ensiluokkaisia elintarvikkeita
 - Ruoantähteet ja muut biomassat päätyvät biokaasulaitokselle
 - Biokaasulaitoksissa voidaan käsitellä lantaa, peltobiomassoja sekä eläinten ruhoja
 - Biokaasulaitoksissa voidaan käsitellä myös elintarviketeollisuuden sivuvirtoja
- Kaikki nämä biomassat sisältävät ravinteita joiden kiertoa on tehostettava.
 - Tällä hetkellä ruokajärjestelmämme vuotaa ravinteita ja tätä vuotoa kompensoidaan pääasiassa neitseellistä ja fossiilista alkuperää olevilla ravinteilla
- ✦ Biokaasulaitokset voivat tasoittaa alueellisia epätasapainoja ja tarvittaessa jakaa ravinnekuormaa laajemmalle alueelle
 - Parempi ravinnetasapaino johtaa **pienempiin ravinnetappioihin** samalla **kasvattaen satoja** siellä missä ravinteista on pula
- ✦ Biokaasulaitokset voivat tuottaa erilaisia lannoitevalmisteita viljelijöiden tarpeisiin
 - Nestejakeita, kuivajakeita, ravinnekonstraatteja, biohiiltä, kuivikkeita eläimille yms.
 - Tarve erilaisille lannoitevalmisteille poikkeaa eripuolilla Suomea
- ✦ Food 2.0 ohjelmassa Valiolla on projekti nimeltään BioCycle, jossa se:
 1. Pyrkii parantamaan biokaasun tuotannon kannattavuutta, jotta tuotannosta saadaan yleisempää ja kattavampaa
 2. Selvittää erilaisten lannoitevalmisteiden tarve eripuolilla Suomea
 3. Selvittää kuinka voimme parhaiten hyödyntää tai varastoida biokaasulaitoksissa ja elintarviketeollisuudessa muodostuvan hiilidioksidin
 4. Tekee tarkemman selvityksen biokaasun tuotannon ilmastovaikutuksista
- ✦ Ruokajärjestelmän ravinnekiertoa on tarve mallintaa tarkemmin, jotta vuotokohdat ja kehitystarpeet tunnistetaan

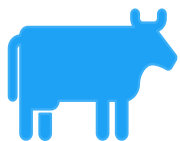




Valio & St1 Biokraft yhdessä kohti 1 TWh biokaasun tuotantoa

Suomen Lantakaasu Oy ("SLK") on yhteisyritys, joka perustettiin vuonna 2022 tuottamaan biopolttoainetta maataloussivuvirroista.

SYÖTTEET



Yhteisyritys tuottaa nesteytettyä biokaasua (LBG) **maatalouden sivuvirroista, erityisesti lannasta**. Riippuen laitoksen sijainnista, voidaan hyödyntää myös paikallisia elintarviketeollisuuden sivuvirtoja.

TUOTANTO



SLK on asettanut itselleen tavoitteeksi tuottaa **1 TWh biokaasua vuodessa 2030 mennessä**. Tämä vastaa noin 5-7 suurta biokaasulaitosta nesteytyksineen.

TUOTTEET



Pääasiallinen lopputuote on **LBG**, joka jaellaan St1:lle tankkausasemaverkoston kautta. Riippuen tuotantolaitoksesta, lopputuotteena syntyy myös erilaisia lannoitejakeita ja biogeenistä hiilidioksidia.



Suomen Lantakaasulla on viisi aktiivista laitoshanketta

Kruunupyy-Pedersöre

- Tavoitteena 150 GWh/v
- Biokaasun tuotanto ja nesteytys
- Toteutettavuusanalyysin vaiheessa

Nurmo

- Tavoitteena 100 GWh/v
- Biokaasun tuotanto ja nesteytys
- 240 000 tn/v syötteitä
- Rakennusvaiheessa
- Tuotanto alkaa vuonna 2026

Säkylä

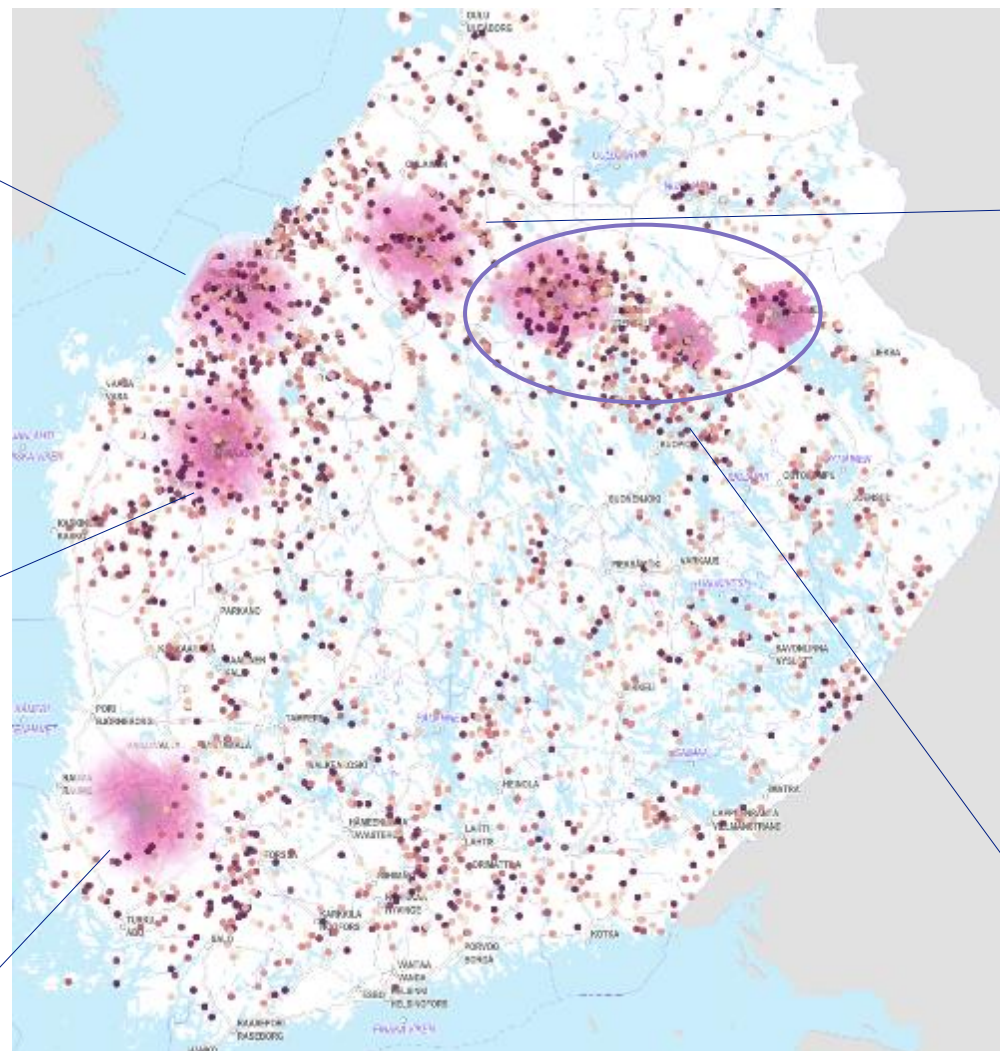
- Tavoitteena 100 GWh/v
- Biokaasun tuotanto ja nesteytys
- 320 000 tn/v syötteitä
- Esisuunnitteluvaiheessa

Nivala-Sievi

- Tavoitteena 150 GWh/v
- Biokaasun tuotanto ja nesteytys
- Toteutettavuusanalyysin vaiheessa

Ylä-Savon hybridikokonaisuus

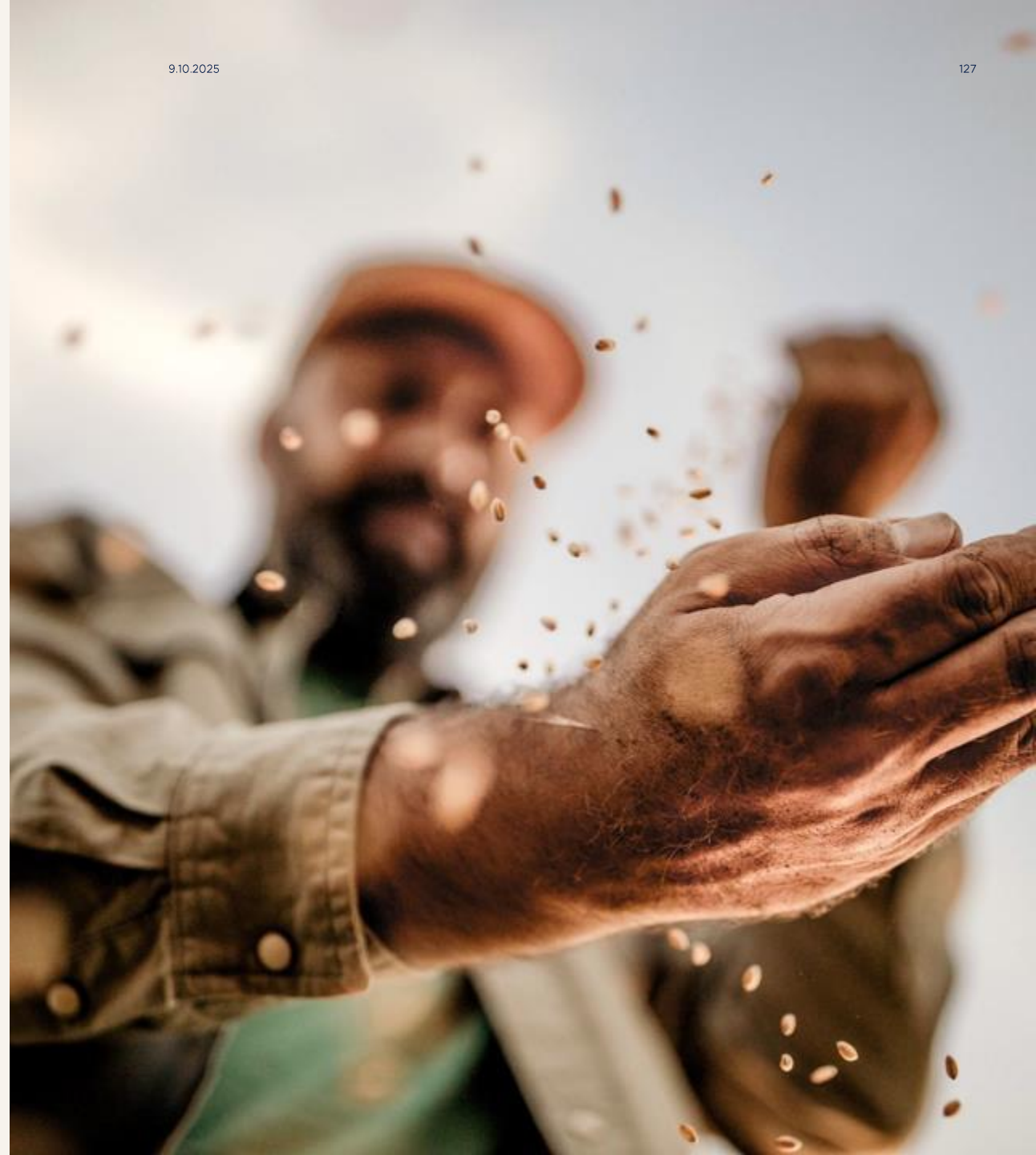
- Kiuruveden päälaitos, nesteytyskapasiteetti 125 GWh/v
- 460 000 tn/v syötteitä Kiuruvedellä ja lopputuotteena LBG
- 34 500 tn/v syötteitä kukin satelliitti ja lopputuotteena CBG
- Rakennusvaiheessa
- Tuotanto alkaa vuonna 2026



Pisteet kuvaavat valiolaisia maitotiloja. Mitä tummempi piste, sitä suurempi maitotila.

Kiitos mielenkiinnosta!

- Robert Harmoinen
- Ilmasto- ja kestävä liiketoiminta
- Valio Oy
- robert.harmoinen@valio.fi





ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Ilmastonmuutos

SÄÄ – MERI – ILMASTO – AVARUUS

Pääjohtaja Petteri Taalas

9.10.2025





ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Hiilen kiertokulun ja ilmansaasteiden seurannan Euroopan pääkonttorit Ilmatieteen laitoksella

ACTRIS – Aerosol, Clouds and Trace Gases
Research Infrastructure

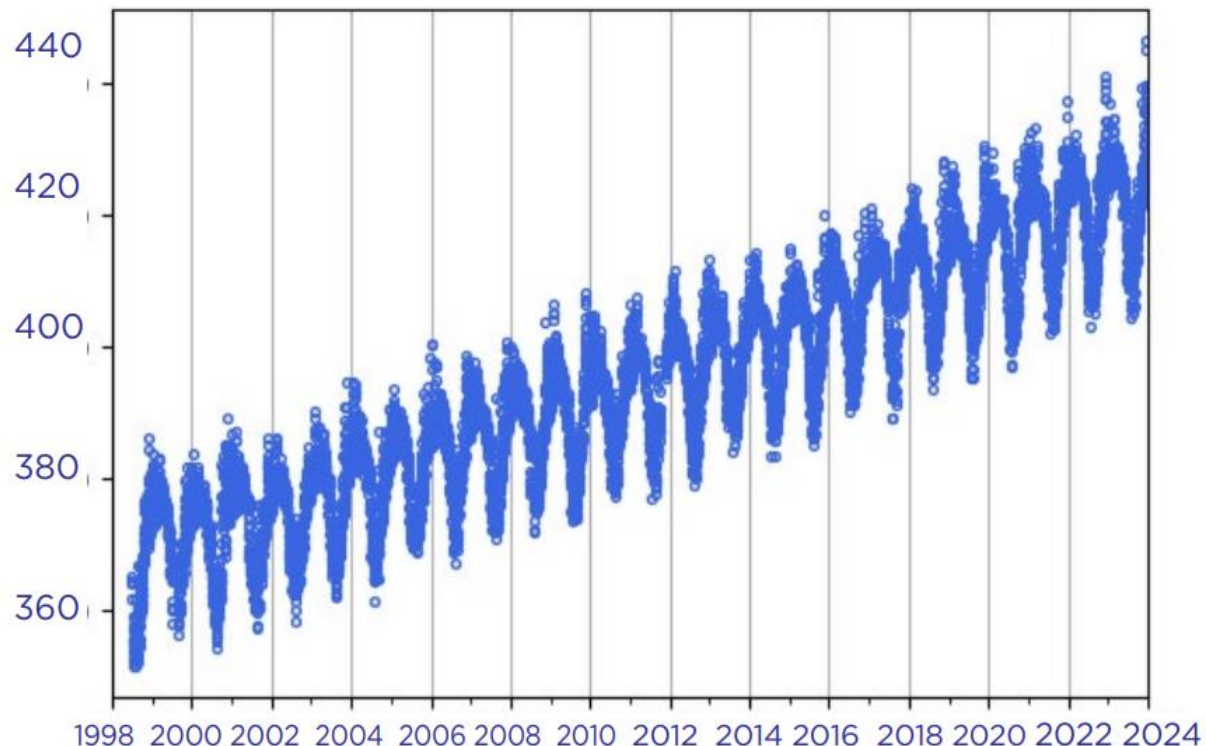
ICOS – Integrated Carbon Observation System
infrastructure



CO₂ ja CH₄, Arktisen alueen pisimmät aikasarjat

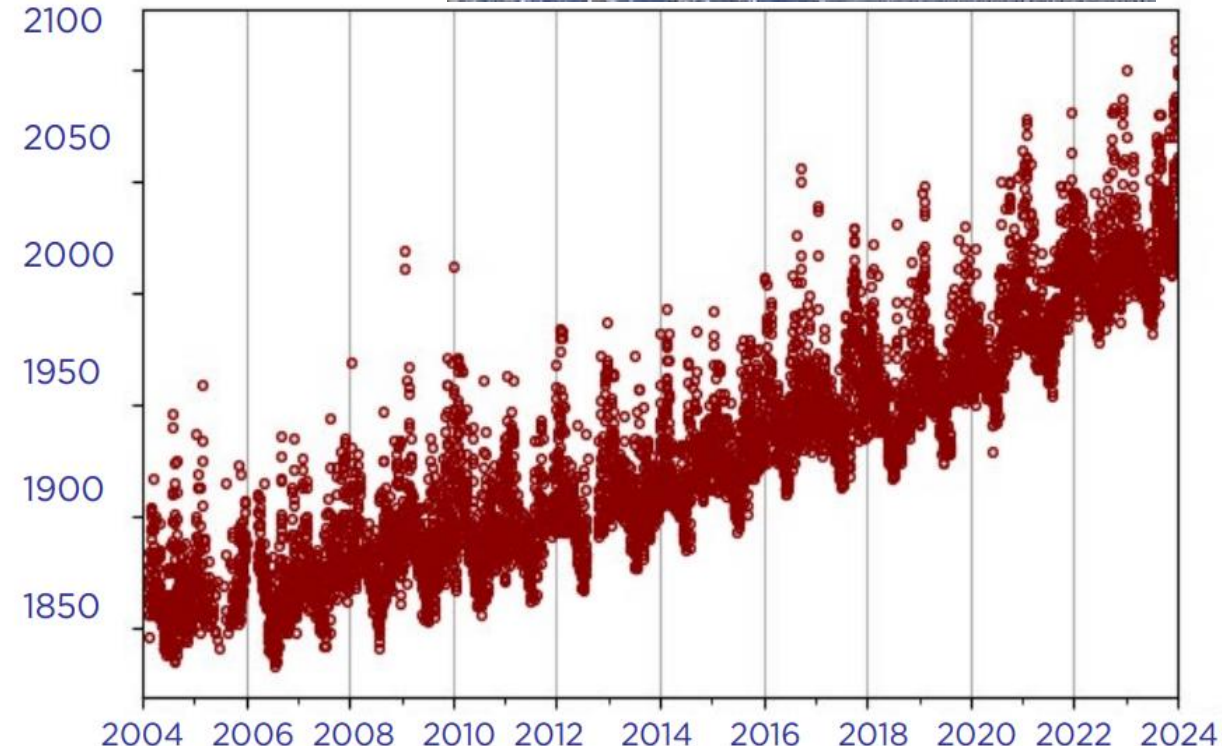
PALLAS - SAMMALTUNTURI

hiilidioksidi (CO₂), ppm



PALLAS

metaani (CH₄), ppb





ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

EUMETSAT Ilmakehän kemian osaamiskeskus

FMI, Finland (Coordinator)

DLR & DWD, Germany

KNMI, Netherlands

DMI, Denmark

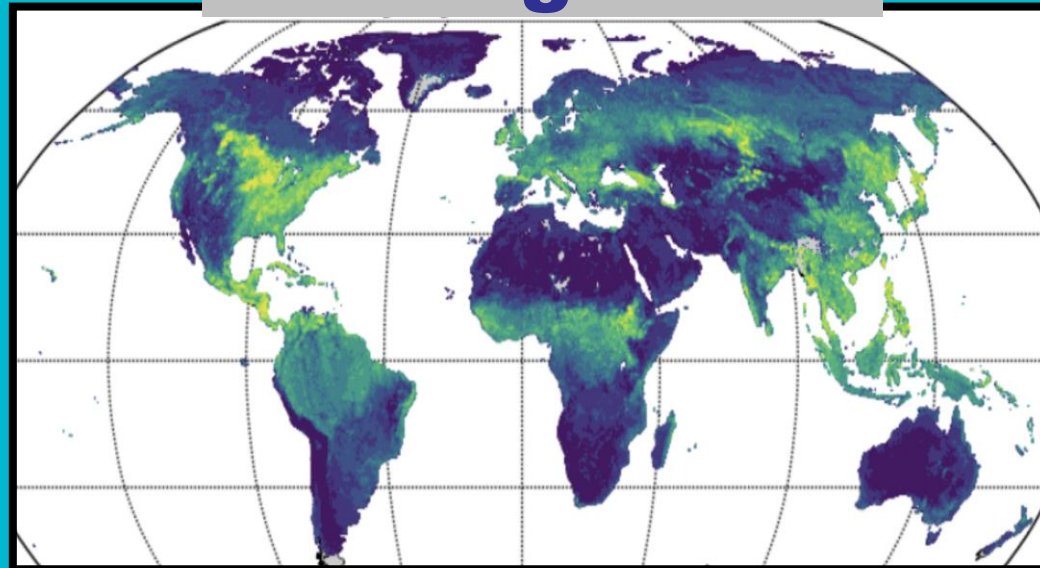
AUTH, Greece

BIRA-IASB & KMI, Belgium

LATMOS, France

ULB, Portugal

CO₂/Vegetation



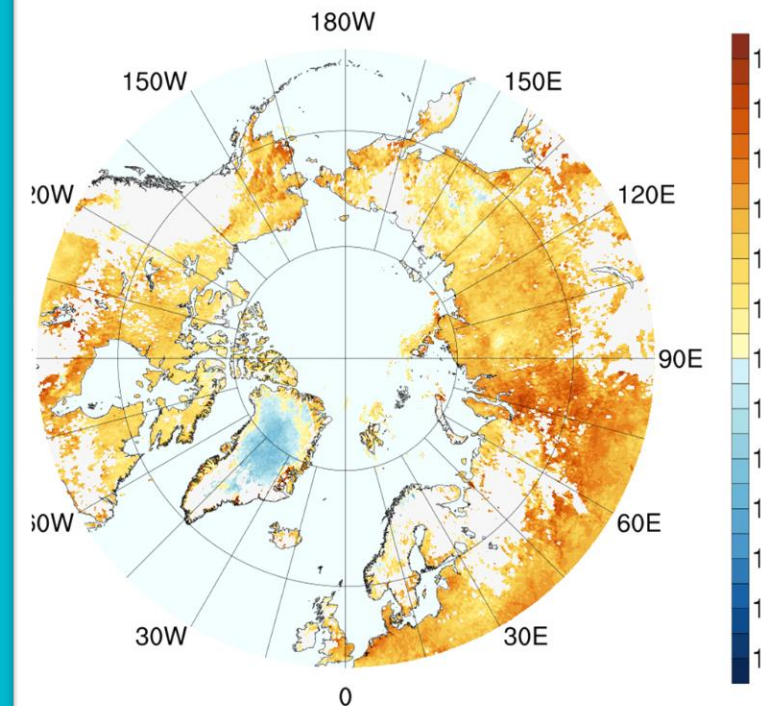
EUMETSAT

AC SAF

ATMOSPHERIC COMPOSITION
MONITORING

CH₄

2020/08 WFM-DOAS v1.5, mean XCH₄ (ppb)



Uusi menetelmä: maanpinnalta ja satelliiteista tehtyjen mittausten yhdistelmä

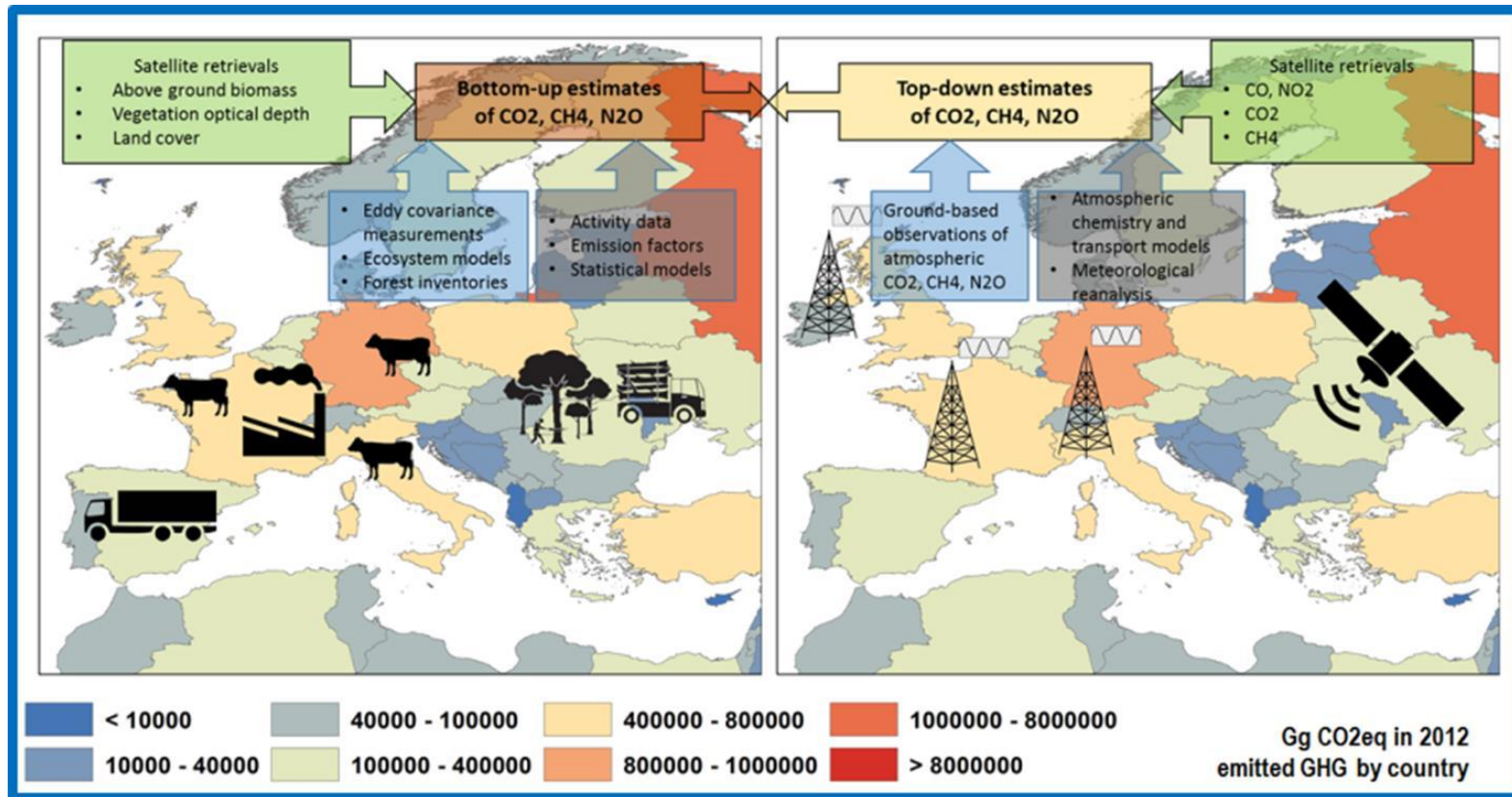
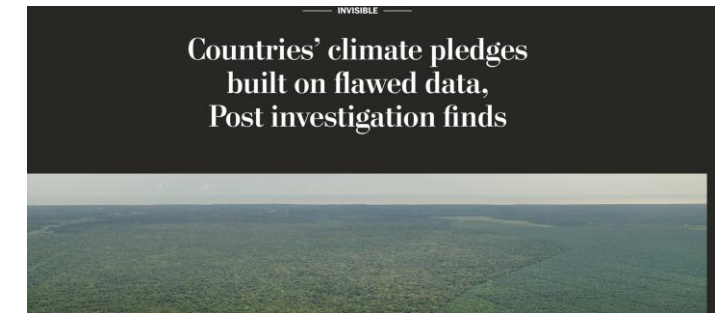


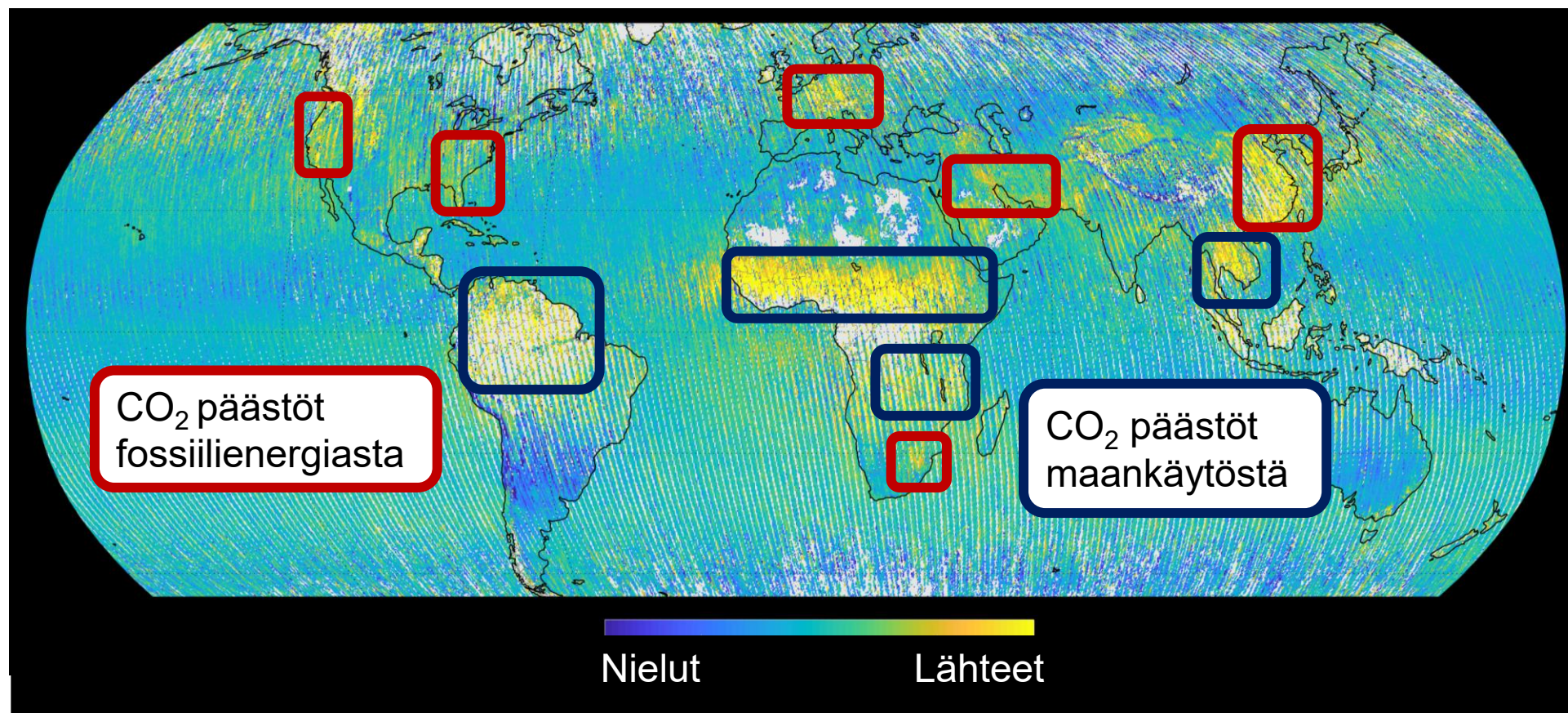
Figure: Janssens-Maenhout et al, BAMS, 2020.



Washington Post 7.11. 2021:
 “Across the world, **many countries underreport their greenhouse gas emissions** An examination of 196 country reports reveals a giant gap between what nations declare their emissions to be vs. the greenhouse gases they are sending into the atmosphere. The gap ranges from at least 8.5 billion to as high as 13.3 billion tons a year of underreported emissions ... **The plan to save the world from the worst of climate change is built on data. But the data the world is relying on is inaccurate.**

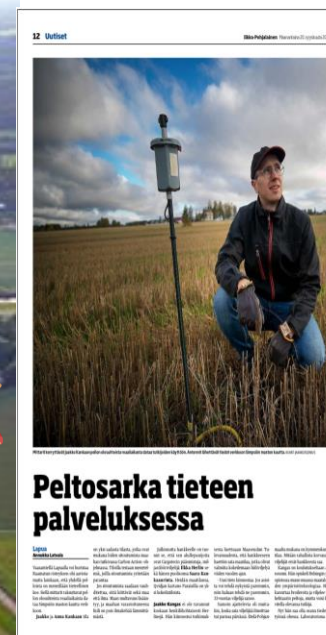
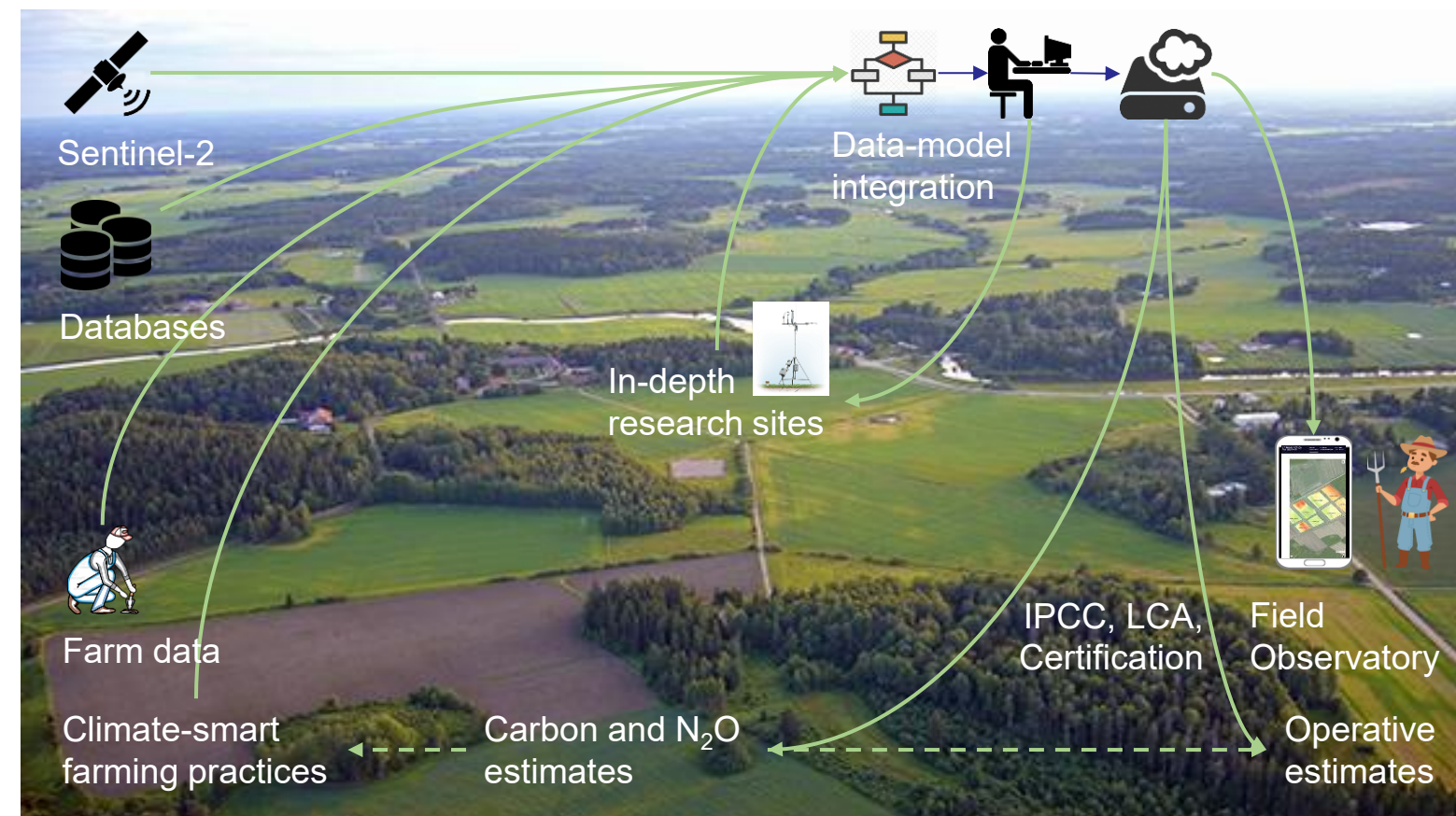
Globaalien päästöjen alkuperä

NASAn OCO-2 satelliittidata



Source: J. Hakkarainen, et al. 2019

Maatalouden päästöjen tutkimus



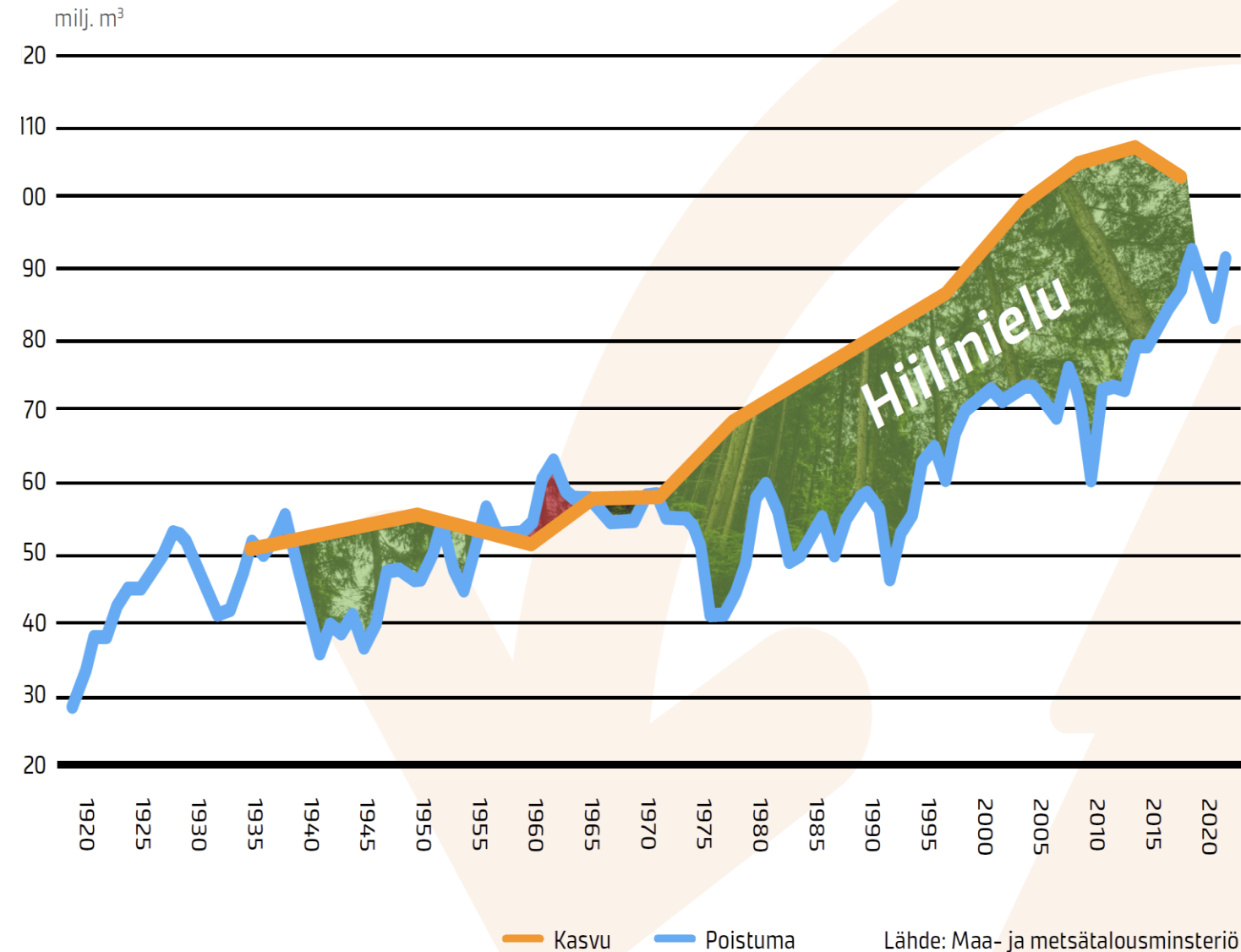
Toisella puolella kasvaa viljan aluskasvina italianraiheinää. Toista puolta Jaakko Kangas viljelee samaan tapaan kuin tekisi muutenkin. Heinä saa yhteyttää pellossa talven yli. Maa muokataan vasta keväällä ennen kylvöä.



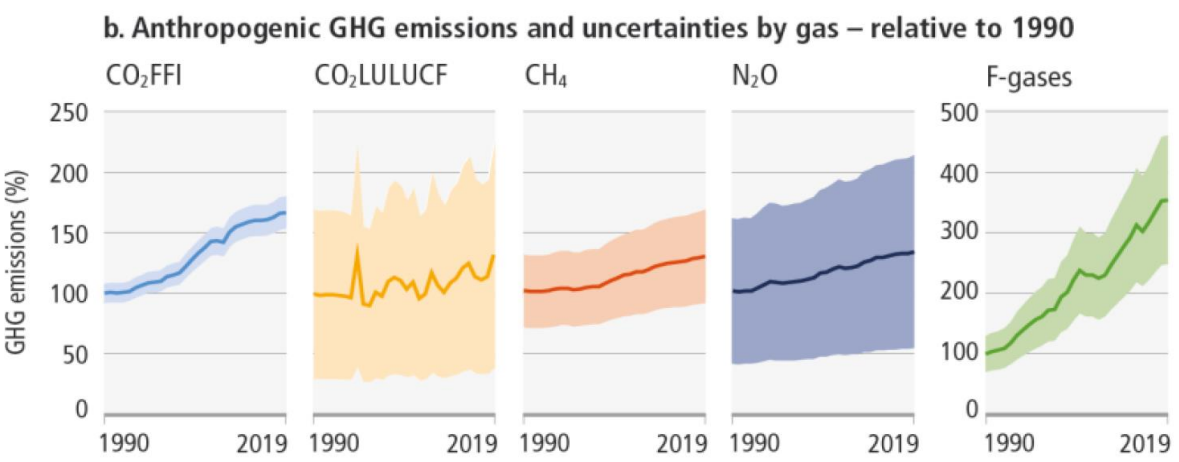
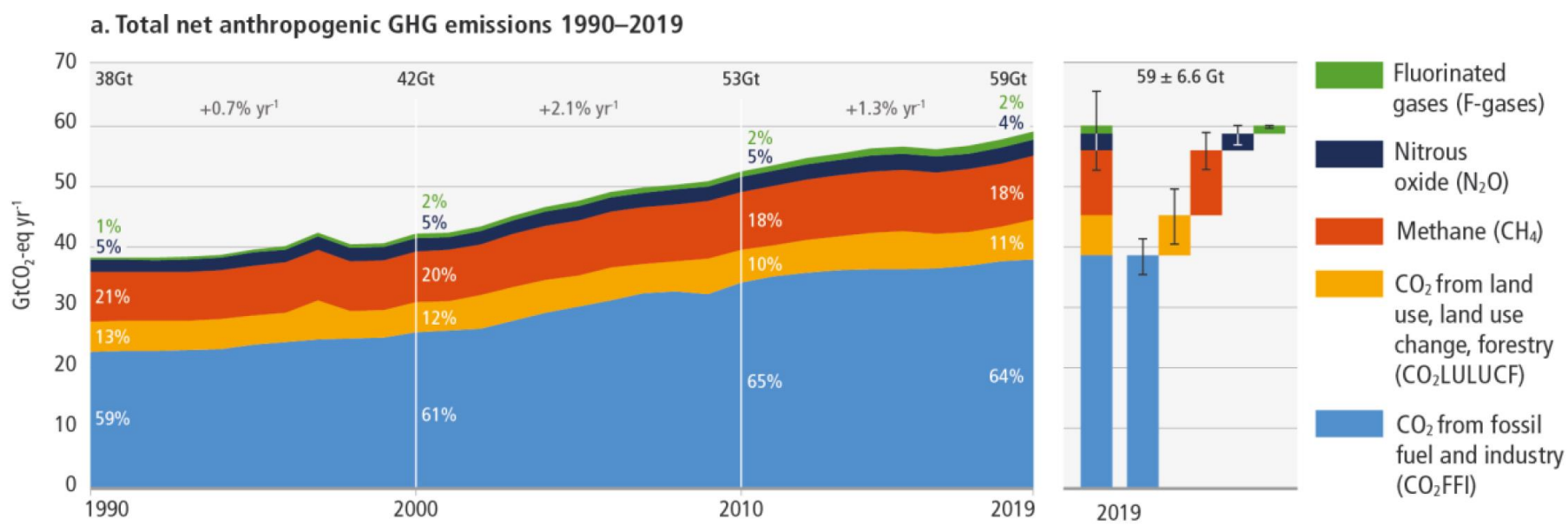
Suomen metsien hiilinielu 1920-2020

Puuston vuotuinen kasvu ja poistuma

- **Kasvavat puut** sitovat hiiltä
- **Pohjoiset havumetsät ovat uusiutuvia**
- **Nuoret metsät ovat tehokkain hiilinielu**
- **Turvepohjaiset pellot ja ojitetut turvemaat vapauttavat hiiltä**
- Ilmaston lämpeneminen on **lisännyt maaperän hiilipäästöjä** Euroopassa
- **Satelliitti- ja maanpintahavaintoja** yhdistämällä saadaan nykyistä parempi arvio maankäytön nieluista/lähteistä
- Uudet arviot ovat tekeillä



Päästöt eri lähteistä 1990-2019

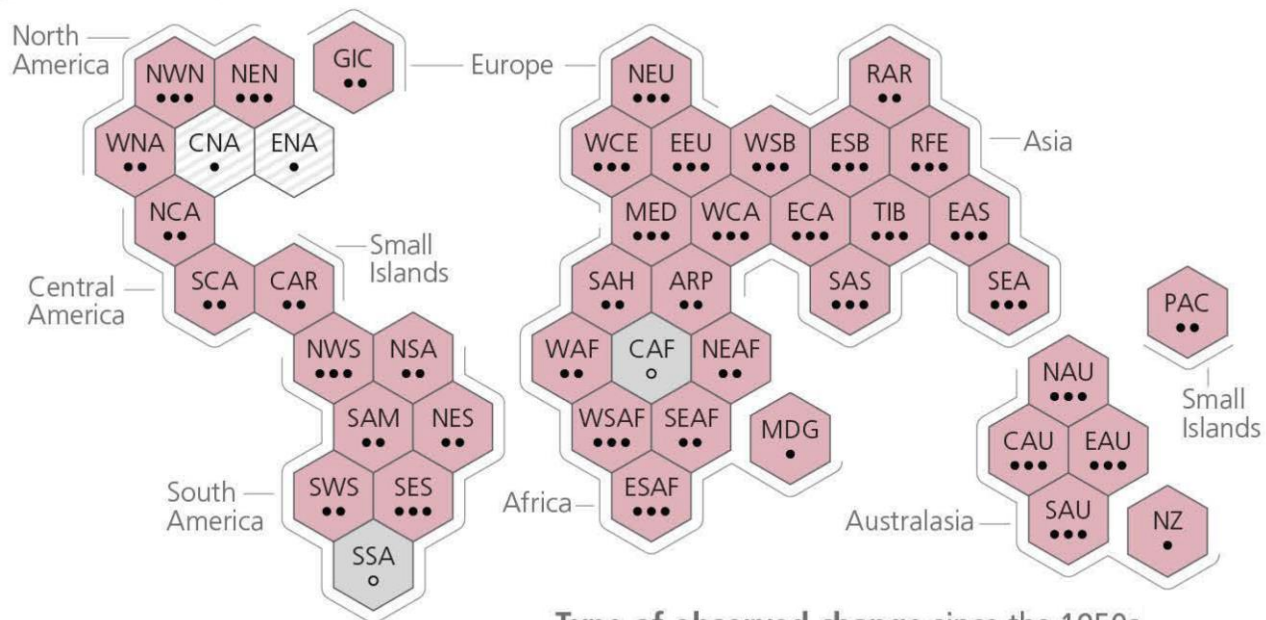


The solid line indicates central estimate of emissions trends. The shaded area indicates the uncertainty range.

	2019 emissions (GtCO ₂ -eq)	1990–2019 increase (GtCO ₂ -eq)	Emissions in 2019, relative to 1990 (%)
CO ₂ FFI	38±3	15	167
CO ₂ LULUCF	6.6±4.6	1.6	133
CH ₄	11±3.2	2.4	129
N ₂ O	2.7±1.6	0.65	133
F-gases	1.4±0.41	0.97	354
Total	59±6.6	21	154

Helleaaltojen, tulvien ja kuivuuden lisääntyminen

Hot extremes *← including heatwaves*



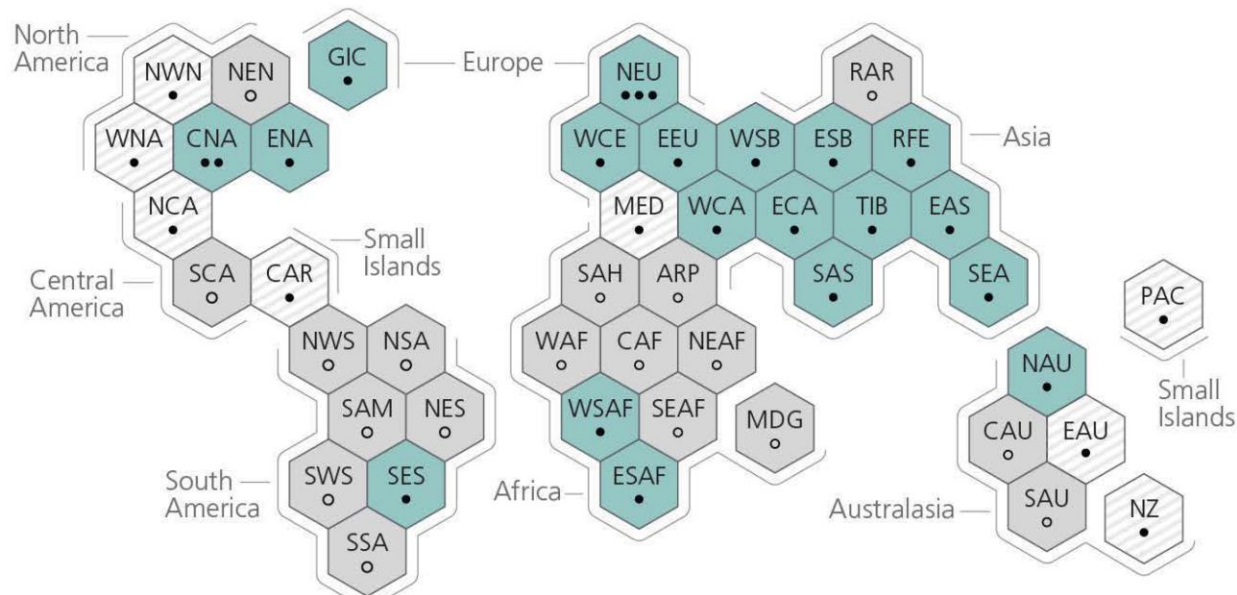
Type of observed change since the 1950s



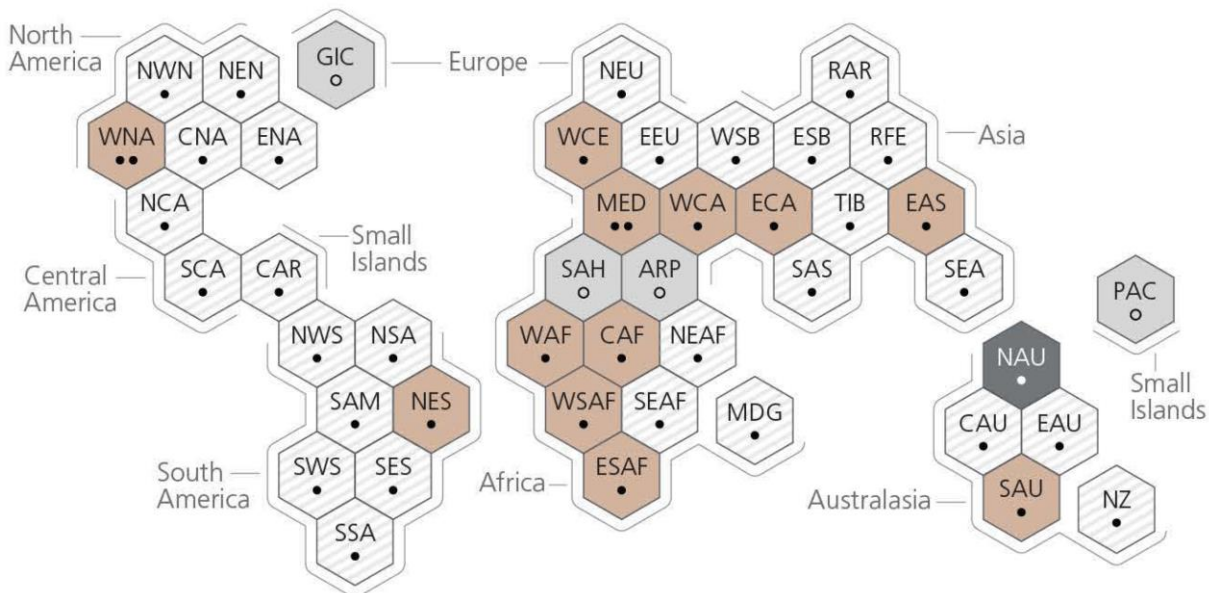
Confidence in human contribution to the observed change

- High
- Medium
- Low due to limited agreement
- Low due to limited evidence

Heavy precipitation

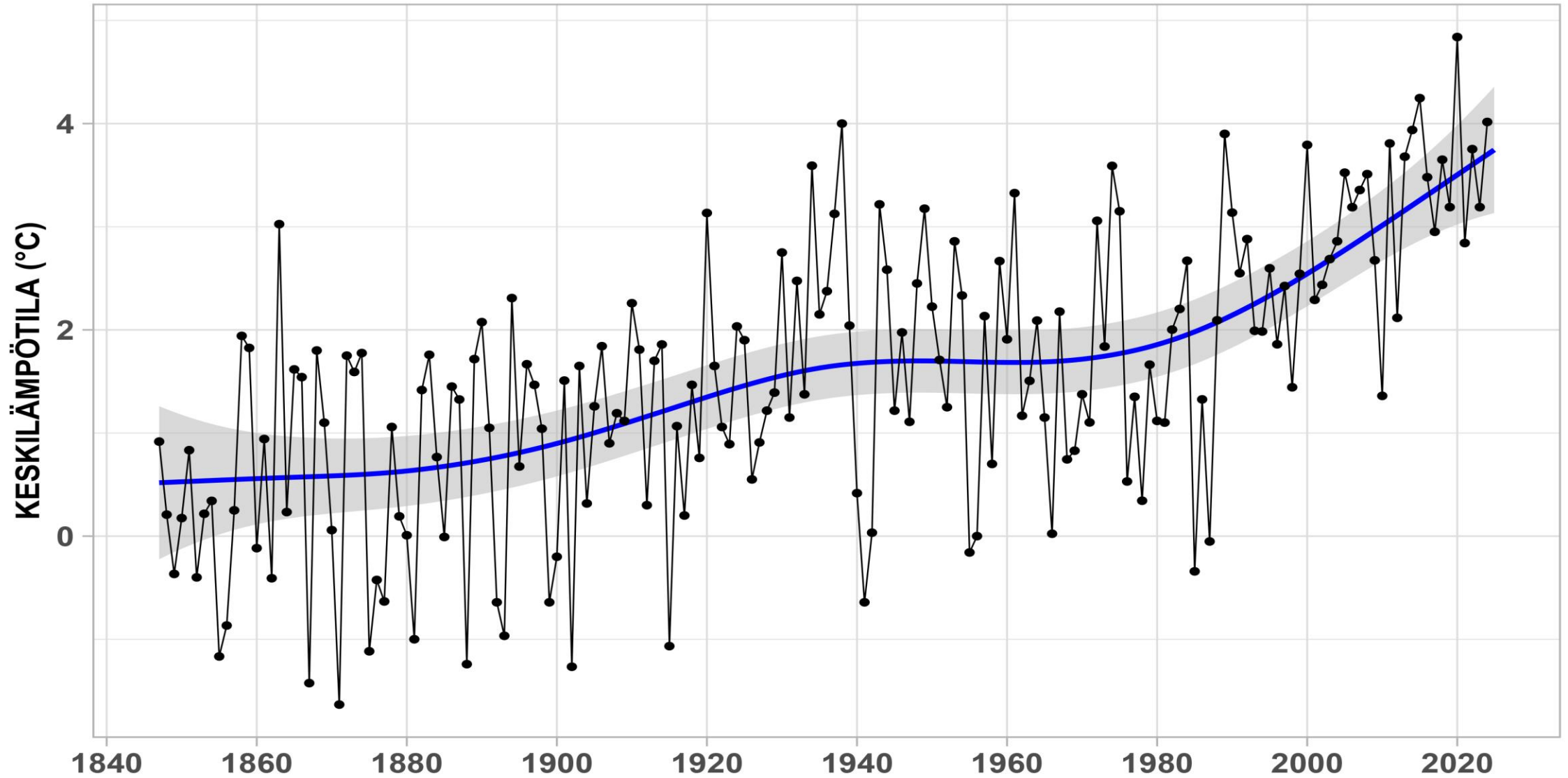


Agricultural and ecological drought

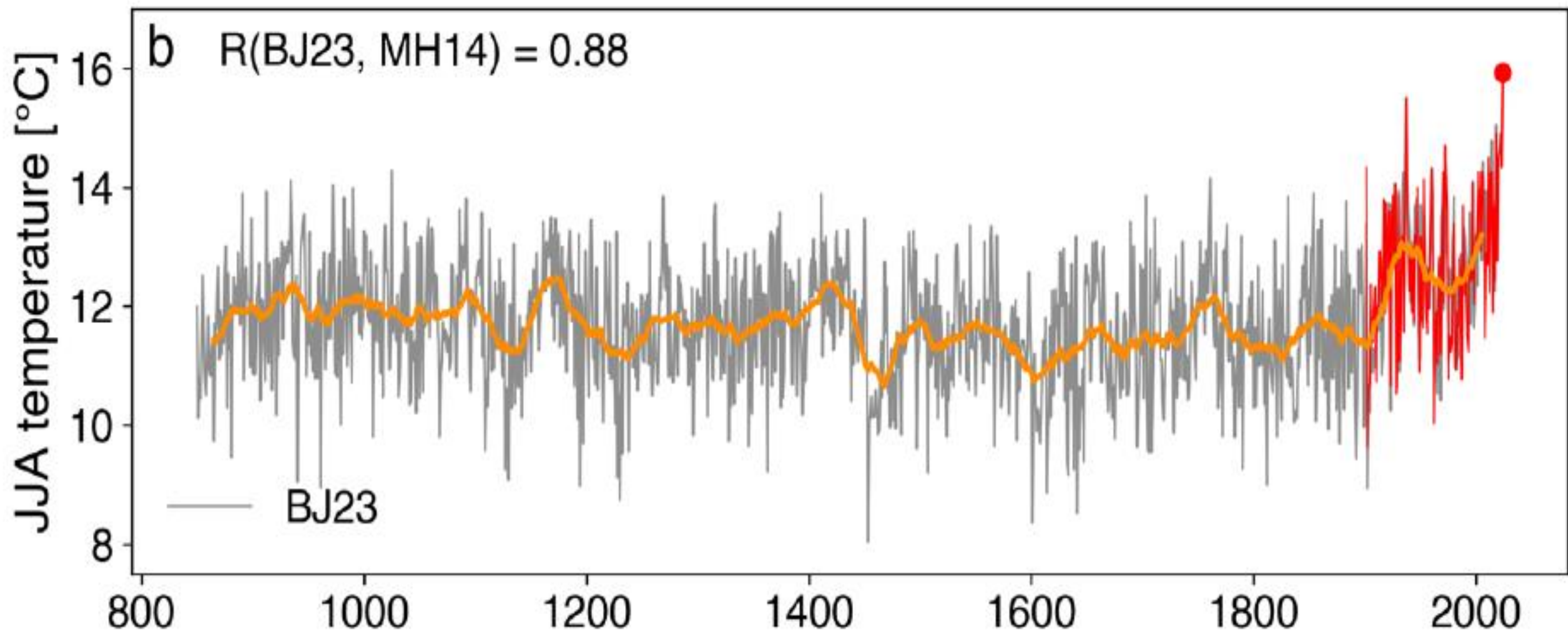


Vuoden keskilämpötila 0.5 => 3.7 C 1850-2024

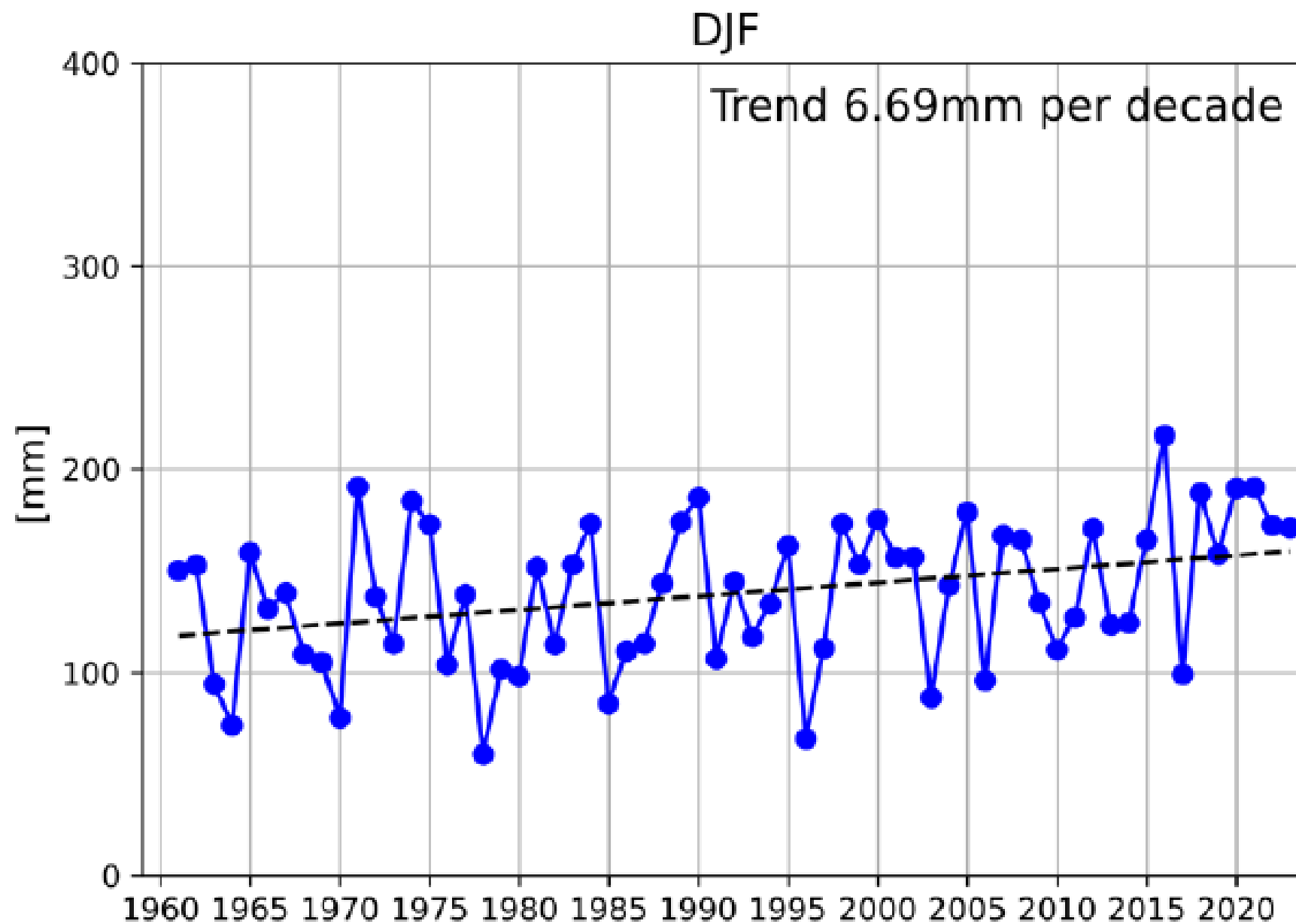
LÄMPÖTILOJEN VUOSIKESKIARVOT SUOMESSA



Kesälämpötila Lapissa 800-2020



Talven sademäärän kasvu 30 % 1960-23

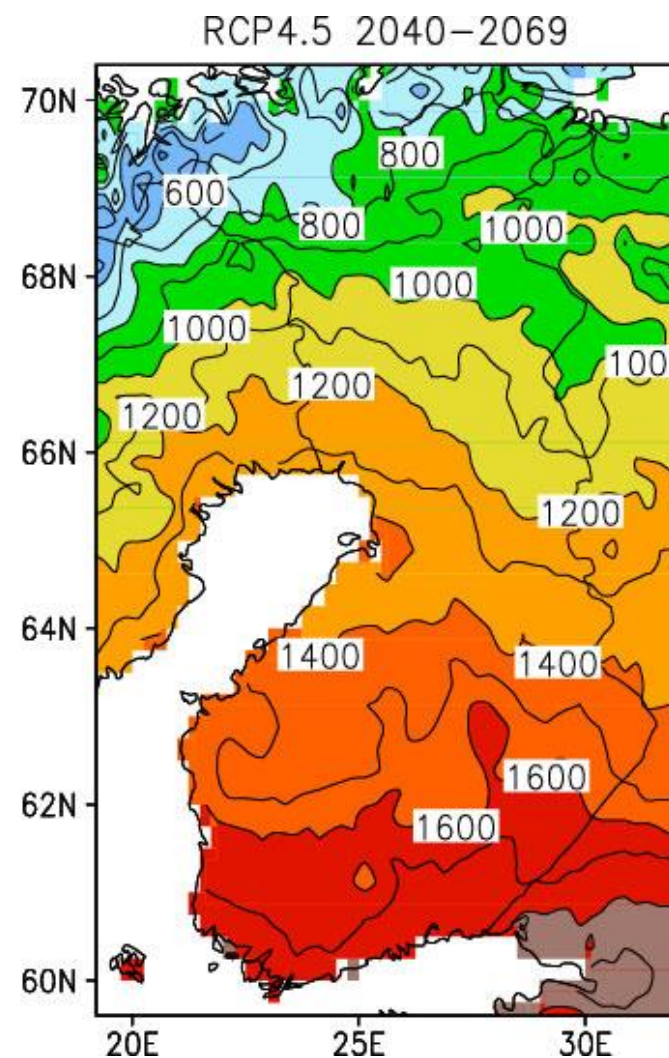
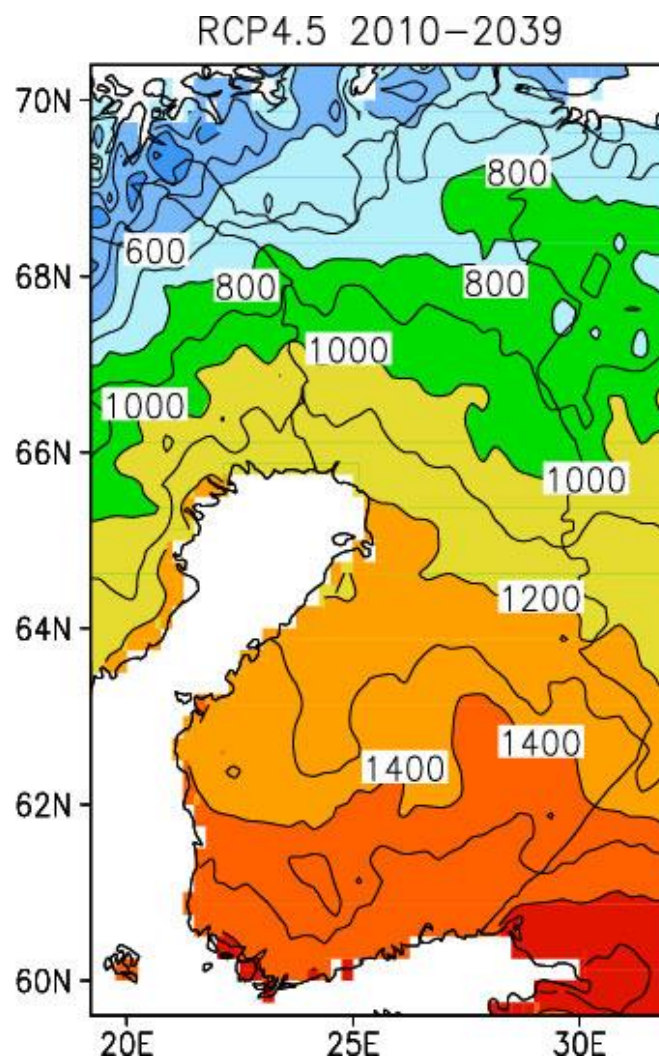
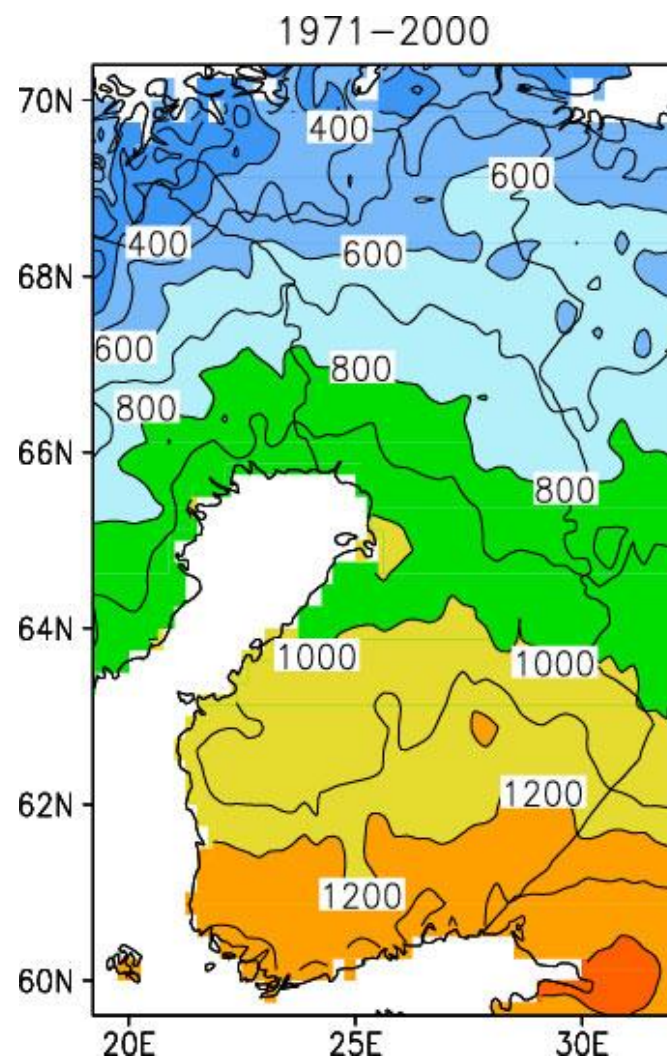


Ilmastonmuutos Suomessa?

- **Lämpeneminen** 2 x maailman keskiarvo, talvella 3 x
- **Sademäärät** kasvavat talvipuoliskolla vuotta, vettä/lunta riippuen lämpötilasta, talvikauden lyheneminen => metsien kasvu hyötyy
- **Kesällä helleaaltojen** riski kasvaa
- **Paikalleen jämähätäneiden säätilojen** riski kasvaa:
 - Korkeapaineissa hellettä/kuivuutta ja kylmyyttä talvella.
 - Matalapaineiden reitit samoja päivästä toiseen, jolloin tulvariskien kasvu.
- Voimakkaampi **vaihtelevuus**, jolloin mm. teiden reikiintyminen talvella
- **Meriveden pinnan nousu**, maan kohoaminen kompensoi osittain

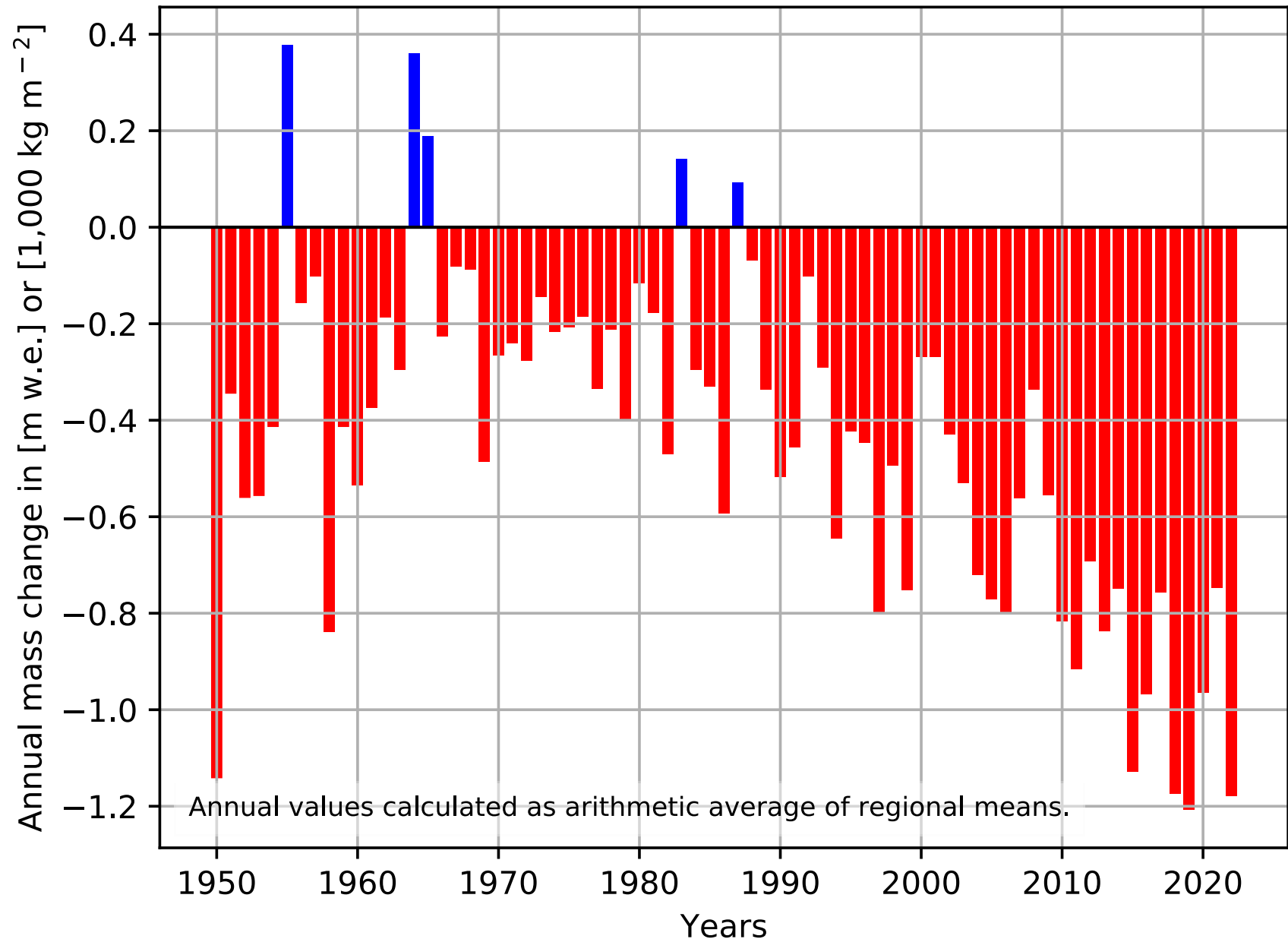


Kasvukauden lämpösumma kasvaa



Jäätiköiden sulaminen 1950-2022

Global annual mass change of reference glaciers



1970-79: -0.25 m w.e.

1980-89: -0.22 m w.e.

1990-99: -0.49 m w.e.

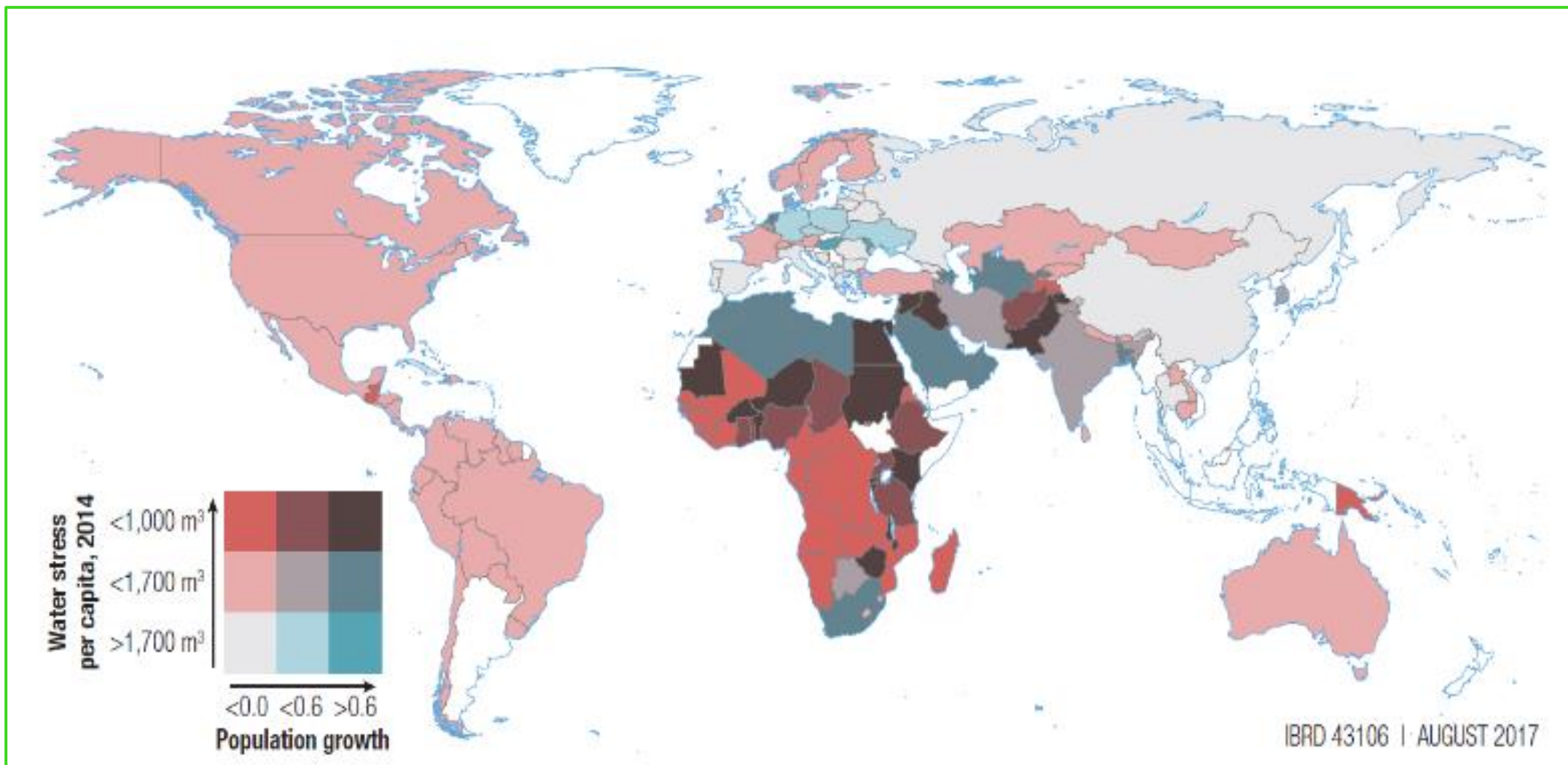
2000-09: -0.52 m w.e.

2010-19: -0.92 m w.e.

2013-22: -0.97 m w.e.

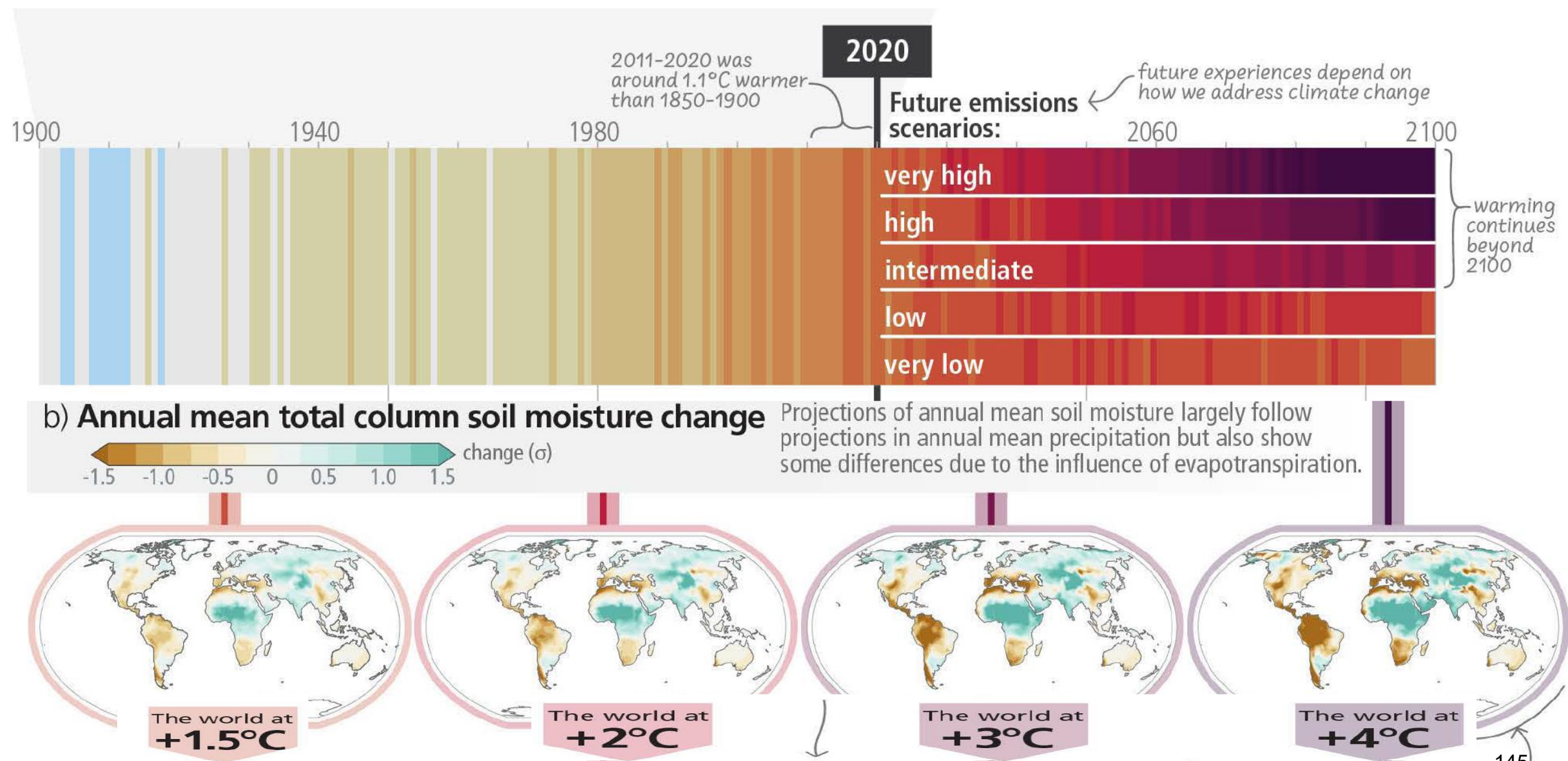
2022 : -1.18 m w.e.

Vesipula ja väestön kasvu 2050



About **4 billion people**, representing nearly two-thirds of the world population, experience severe water scarcity during at least **one month of the year**

Tuleva lämpötila ja maaperän kosteus

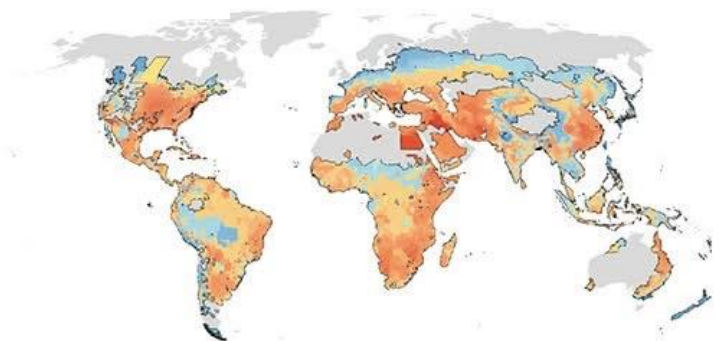




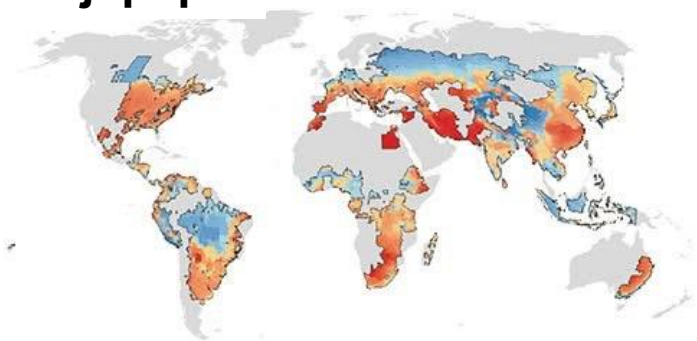
ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Ilmastonmuutoksen vaikutus viljakasveihin

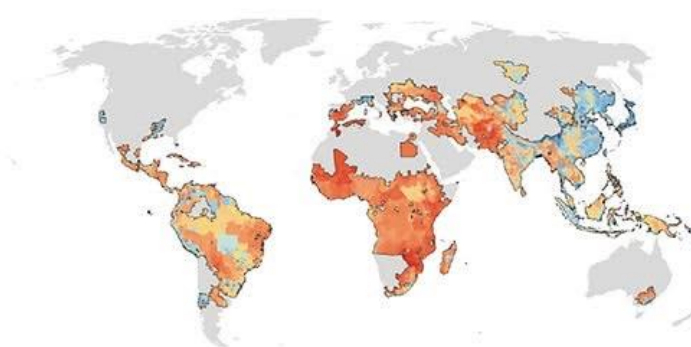
Maissi



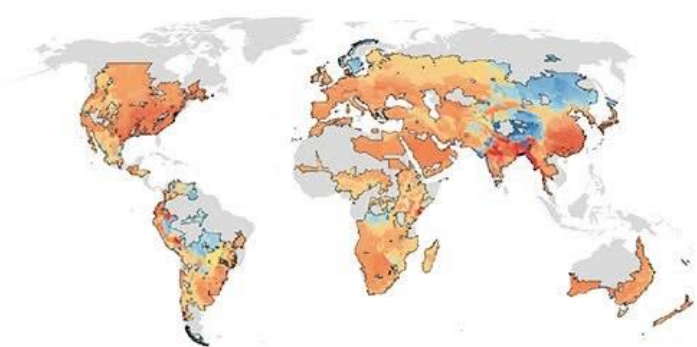
Soijapapu



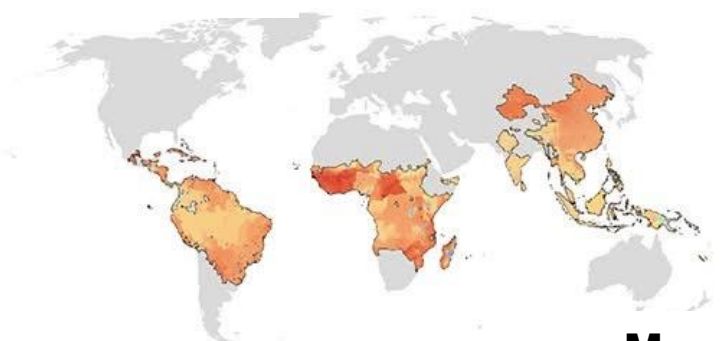
Riisi



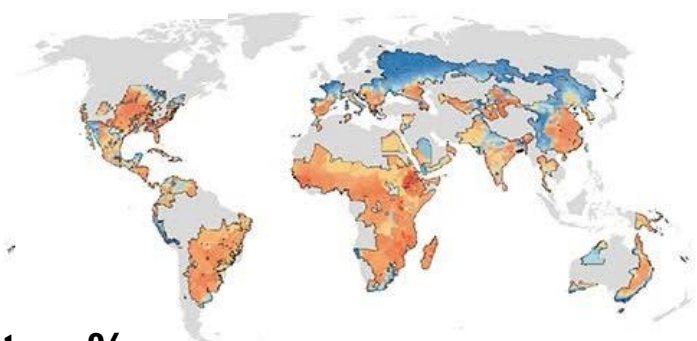
Vehnä



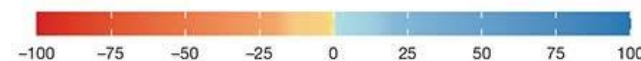
Maniokki



Durra



Muutos %



9.10.2025

Nimi



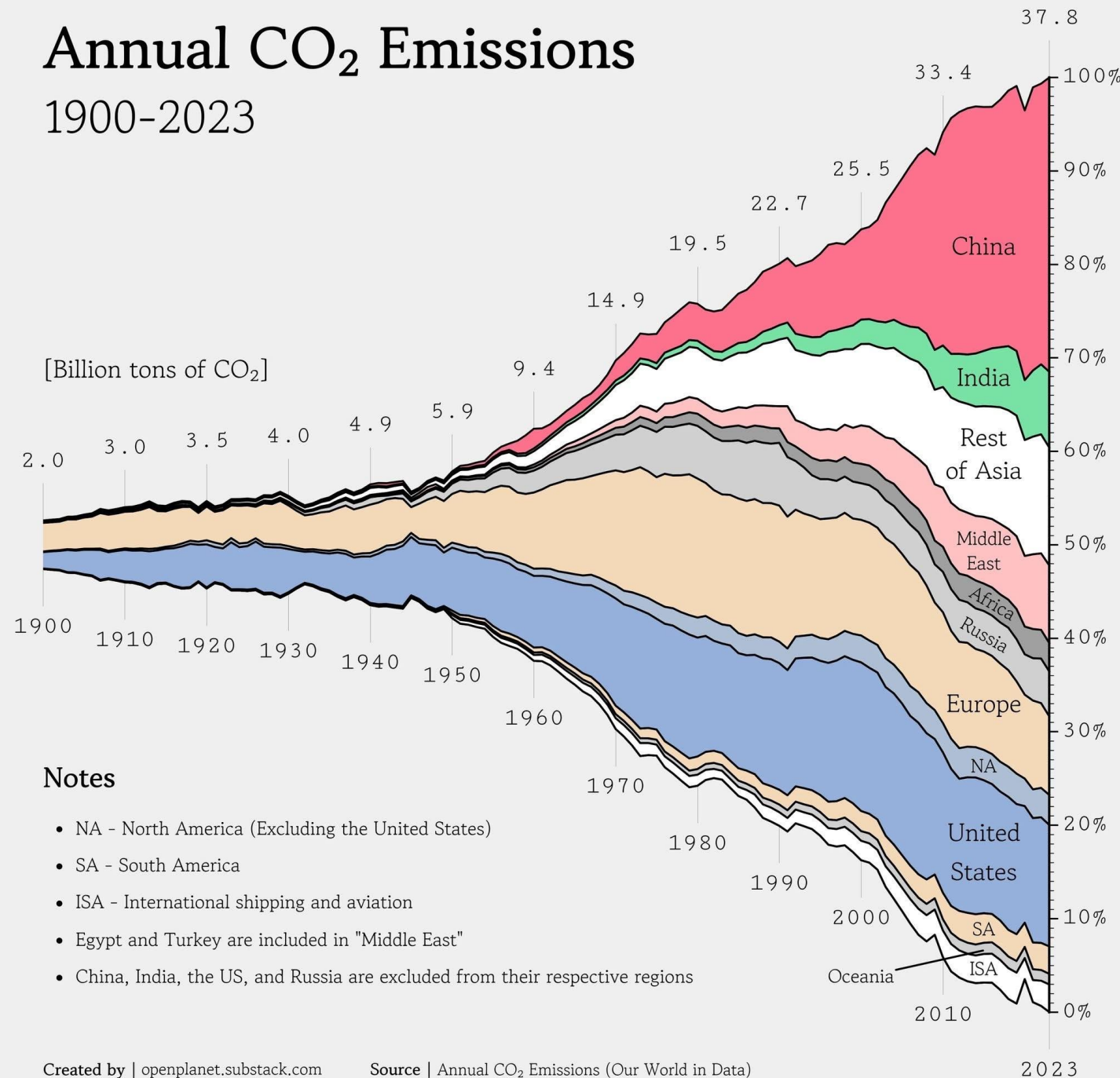
ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Maailman CO₂ päästöt

9.10.2025

Nimi

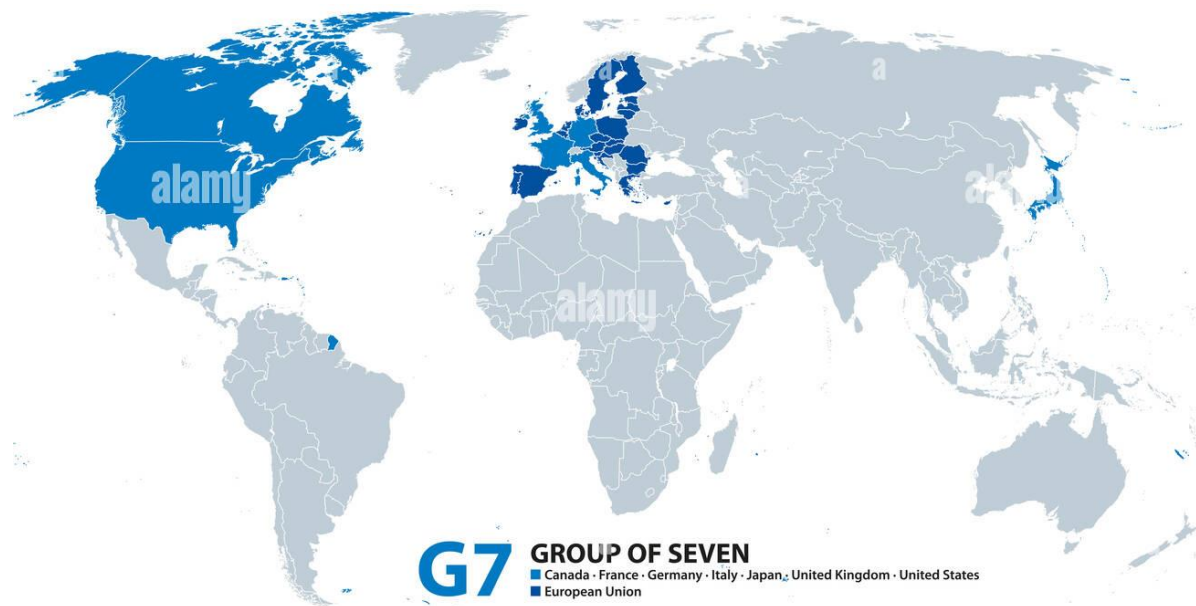
Annual CO₂ Emissions 1900-2023



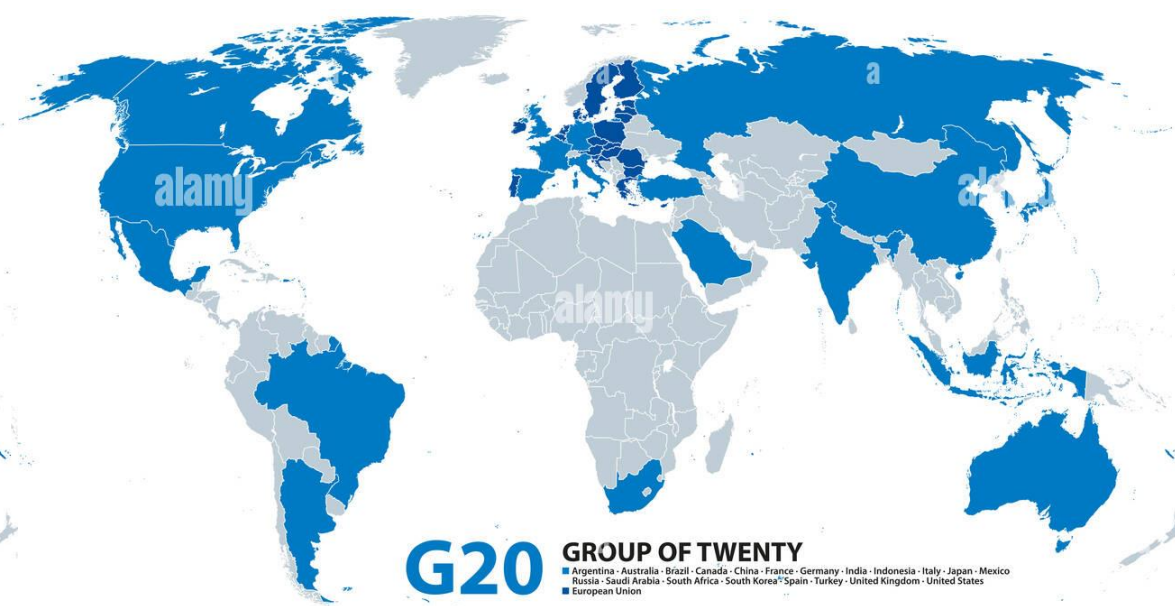
G7+EU- ja G20-maiden päästöt

- **G20-maat tuottavat 80 % maailman päästöistä.** G7- ja EU-maat vastaavat 30% maailman päästöistä, ja ovat tehneet sitoumuksia, mikä vastaava 1.5 C tavoitetta
- **Loput G20-maista, mitkä tuottavat 50 % maailman päästöistä, eivät ole tehneet vastaavia sitoumuksia.** (Mm. Kiina, Brasilia, Argentiina, Intia, Venäjä, Saudi-Arabia, Etelä-Afrikka ja Indonesia). Ilman näiden lisätoimia 2050 hiilineutraaliutta eikä 1.5 C saavuteta.

~30 % päästöistä



~80 % päästöistä



alamy

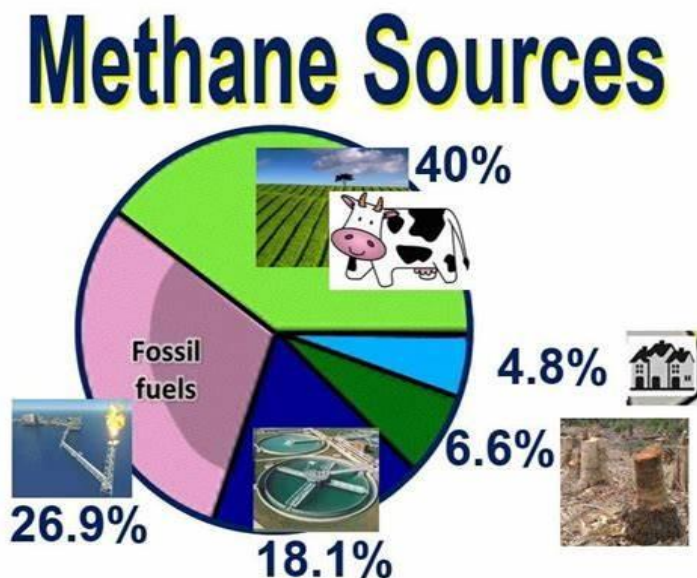
Image ID: PSYJ0
 www.alamy.com

alamy

Image ID: PSYTHY
 www.alamy.com

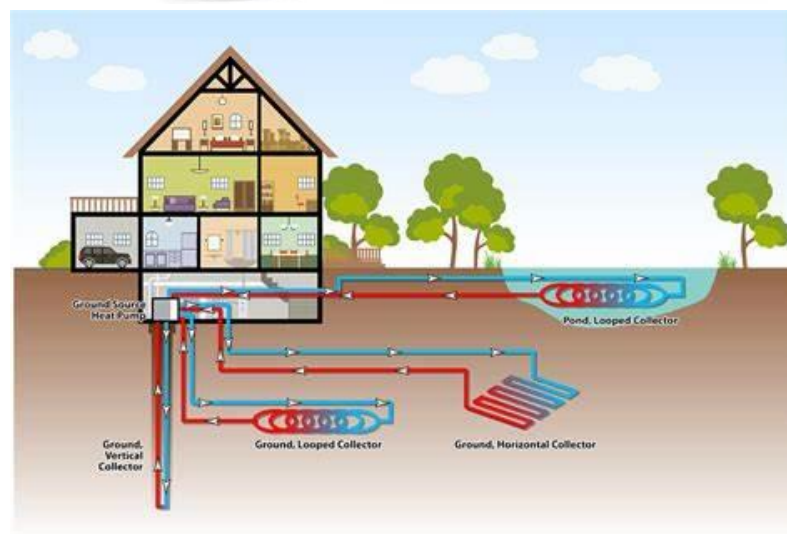
Miten ratkaisemme ilmasto-ongelman?

- **Fossiilisista luopuminen** (1. Kivihiili, 2. Öljy ja 3. Maakaasu) = 2/3 ongelmasta
- Toiseksi suurin haaste on **metaani trooppisilta soilta, nautakarjasta, riisinviljelystä ja öljyn/kaasun tuotannosta**. Metaanin elinikä on 11 vuotta, hiilidioksidin tuhansia vuosia.
- Kolmanneksi on lopetettava **ei-uusiutuvien trooppisten sademetsien hävitys** (Amazon, keskinen Afrikka ja Kaakkois-Aasia)



Yksilöiden/kuluttajien vaikutus?

- Liikenne, ruokavalio, rakennusten lämmitys/jäähdytys sekä fossiilienergialla tuotettujen tuotteiden välttäminen



Ilmastonmuutos/turvallisuuspolitiikka

1. Maaperän kuivuminen, sadejakauman muutokset, jäätiköiden kutistuminen, väestönkasvu ja lannoitteiden loppuminen

- Uhka maailman ruokaturvalle
- Massiivisen pakolaisuuden potentiaali

2. Luopuminen fossiilisista polttoaineista

- Jos varat jäävät käyttämättä, huomattavia vaikutuksia Venäjän ja arabimaiden talouksiin
=> valtioiden epävakaus

3. Arktisen alueen vapautuminen merijäästä

- Sotilaallisen intressin ja laivakuljetusten kasvu
- Uusia toimijoita, kuten Kiina, USA, Intia ja Japani

4. Maailman/alueiden talous

- WEF: Sään ääri-ilmiöt suurin riski maailmantaloudelle 2030-luvulta eteenpäin
- Alueelliset muutokset, kuten Välimeren alueen maatalouden ja turismin heikkeneminen

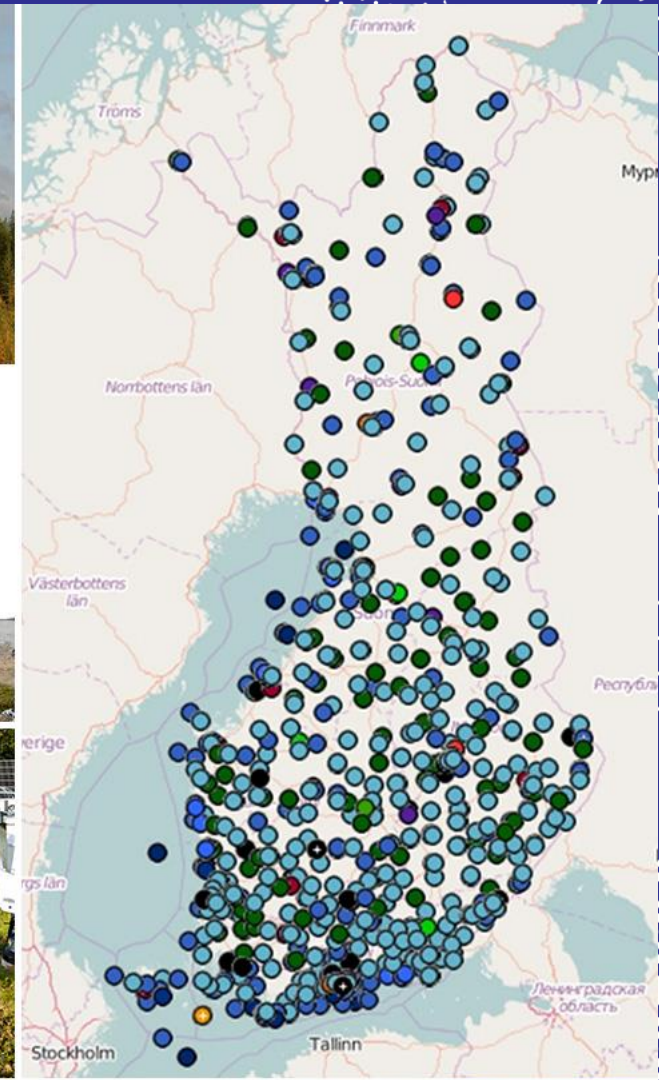




ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE



Thank you!
Kiitos!
Tack!



Paneelikeskustelu klo 14:30

Tiedosta toimintaan - mikä saa tuottajan liikkeelle?

Keskustelemassa:

- Juha Nousiainen, Valio Oy
 - Iivari Kunttu, Hämeen Ammattikorkeakoulu
 - Birgitta Vainio-Mattila, Maa- ja metsätalousministeriö
 - Liisa Kulmala, Ilmatieteen laitos
-
- Moderaattori: Layla Höckerstedt, Ilmatieteen laitos