

Nurmiviljelyn ilmastovaikutusten parantaminen

Perttu Virkajärvi, Arja Louhisuo, Petra Manninen,
Sanni Semberg, Narasinha Shurpali, Tulası Thentu,
Luke

Marja Maljanen, Minna Nousiainen, Zheng Yu, **UEF**

*Hiilijalanjäljestä hiilikädenjälkeen - uusia
tutkimustuloksia maanviljelyn ilmastovaikutuksista.*

3.10.2024 Dynamicum, Helsinki



1 Johdanto

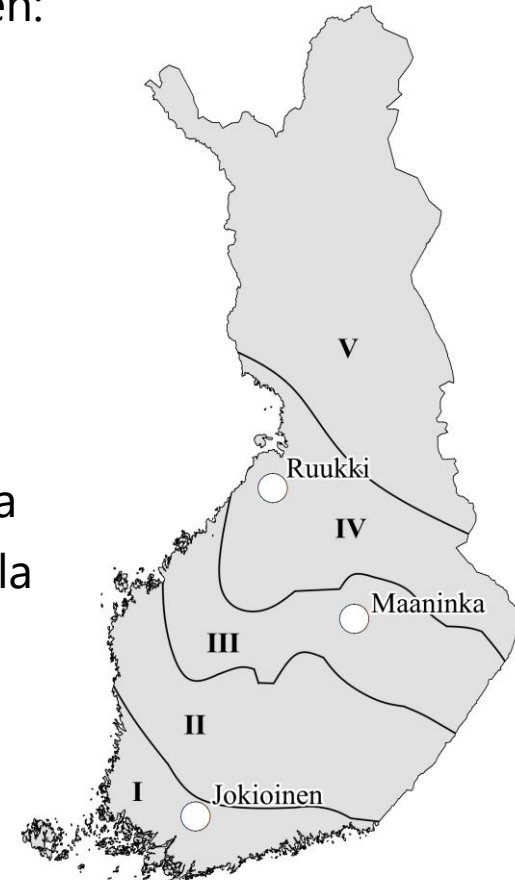
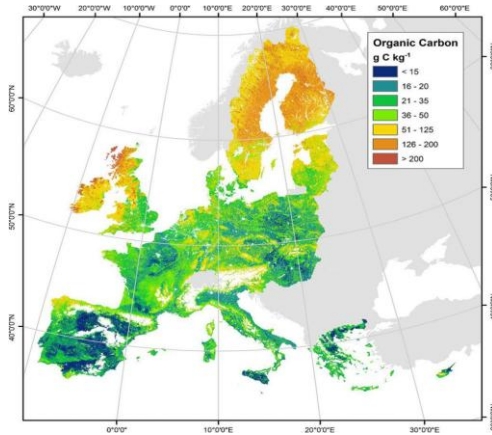
- **Hiilen kierto nurmiviljelyssä on monimutkainen kokonaisuus**
 - C on koko kierron perusta – prosesseja valtavasti
 - CO₂, CH₄ ja N₂O
- Myös laskennan tavoitteet vaihtelevat:
 - kasvihuonekaasuinventaarior KHKI: pinta-alkohtaiset päästöt
 - elinkaarilaskenta (LCA): kuorma per tuotekilo
- Tarkastelun aikajänne laaja
 - fotosynteesi - hiilivarasto
- Mittaus/seurantavaihtoehtoja useita
 - maanäytteet, kaasujenvaihto (EC; kammiot), mallintaminen
- Kysymyksiä paljon:
 - maalajierot, kasvustot, viljelytoimenpiteet sääolosuhteet

Maaperän hiilen lisäämisen 3 periaatetta

- syötteen määrä
- syötteen laatu: sijainti ja hajoamisnopeus
- hajoamisprosessien hidastaminen: suojaus, olosuhteet

Tutkitut viljelymenetelmät

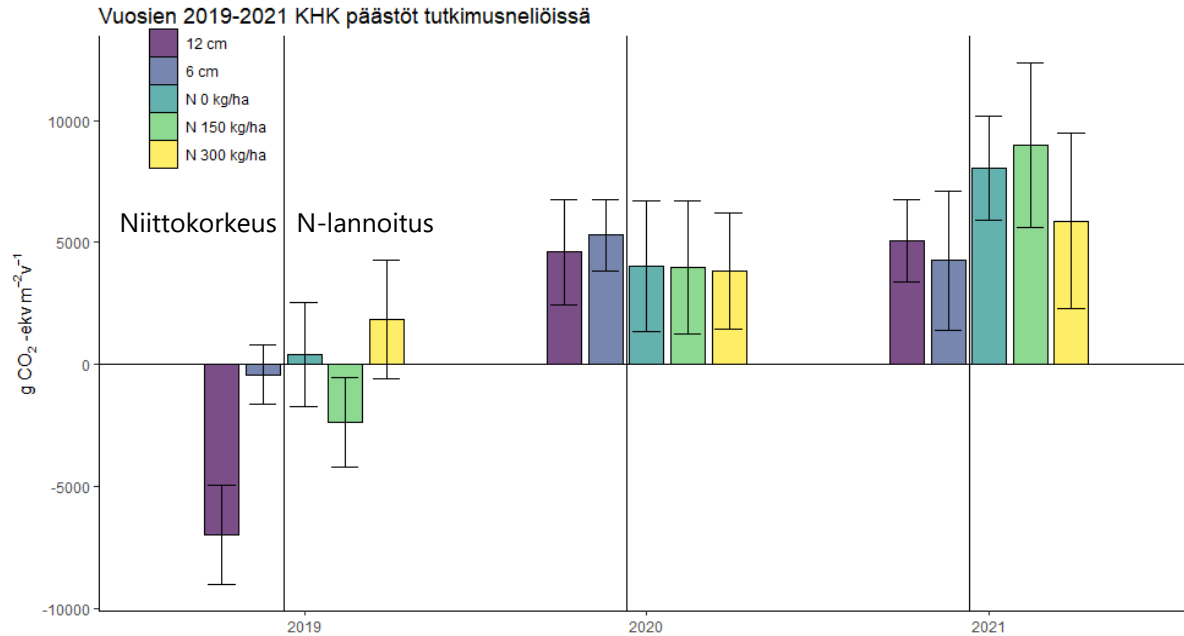
- nurmen typpilannoitus
- niittokorkeus
- kasvilajit
- uusiminen ja nurmen ikä
- vedenpinnan säätely turvemaalla
- nurmen kesäuudistus turvemaalla



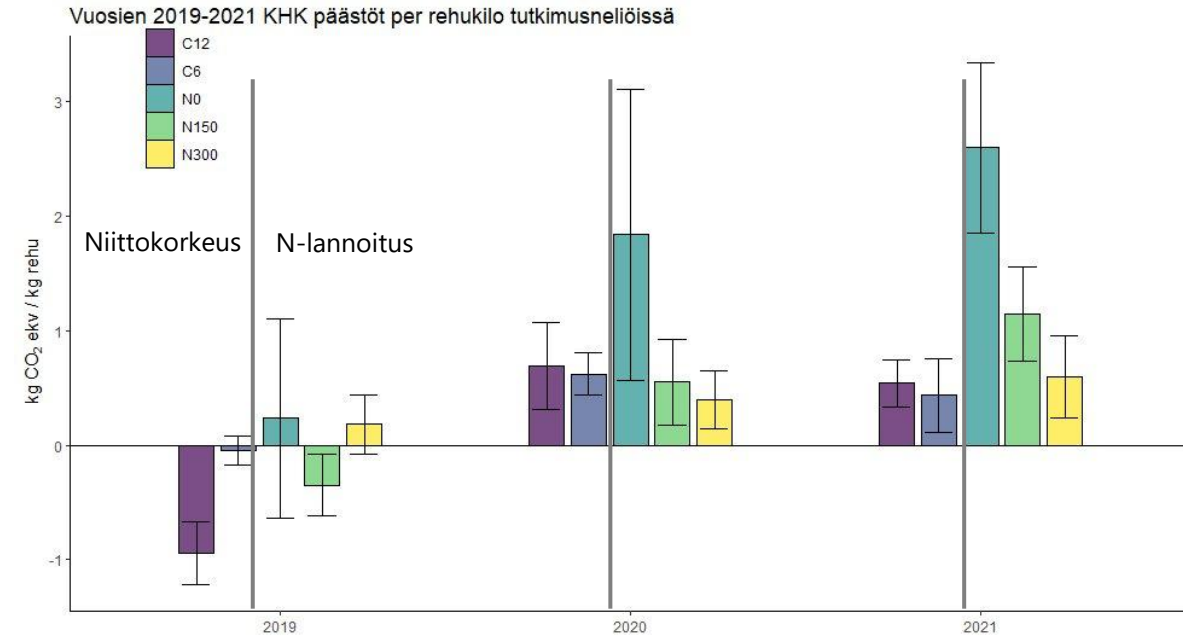
2 Niittokorkeus ja typpilannoitus nurmivuodet 2019-21

12 cm vs. 6 cm; N 0 – 150 – 300 kg/ha

Vuositase per pinta-ala



Vuositase per rehukilo

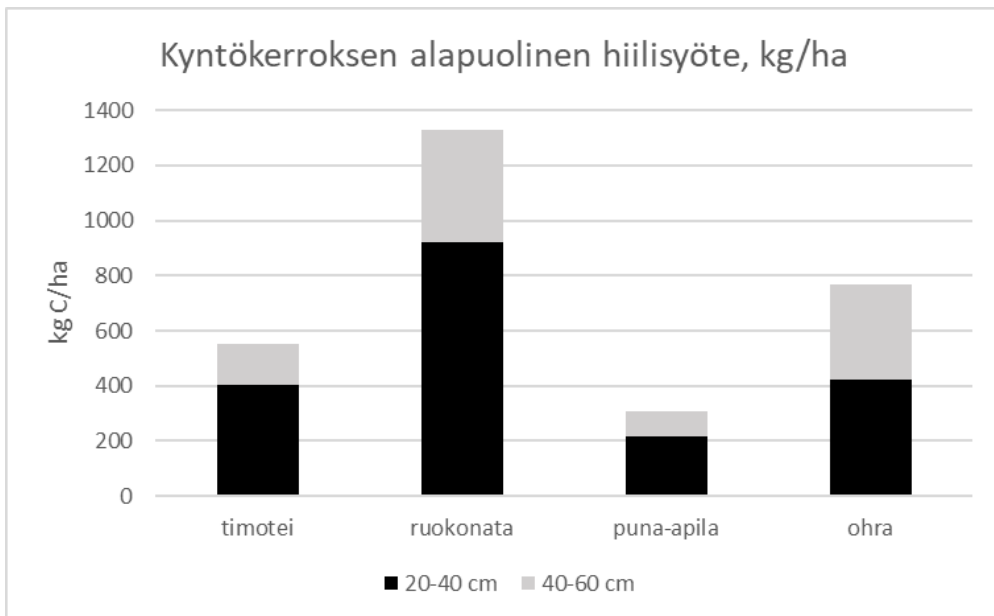


- Lasketaanko päästö pinta-alaa, kiloa vai muuntokelpoista energiaa kohti?
- Paikka- ja vuosivaihtelu suurta, etenkin leikkuukorkeus 12 cm muuttui nielusta lähteeksi, mutta oli silti edullinen muutos, mutta rehualaa tarvitaan n. 20 % enemmän.
- Typpilannoitus: ha-kohtainen päästö oli maltillisella lannoitustasolla pienin, mutta rehukiloa kohti laskettuna järjestys muuttui – korkein N yhtä hyvä tai parempi kuin maltillinen

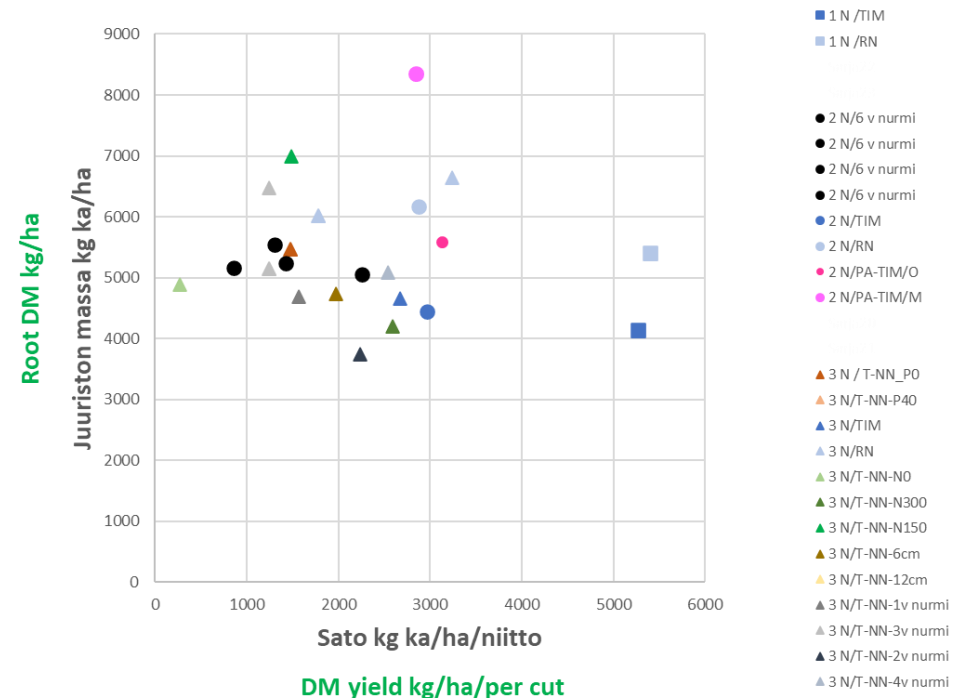
Timotei-nurminatanurmi, kivennäismaa, org C 2,0 %, Maaninka PP

3 Kasvilaji 1: Juuriston hiilisyöte eri kasvilajeilla

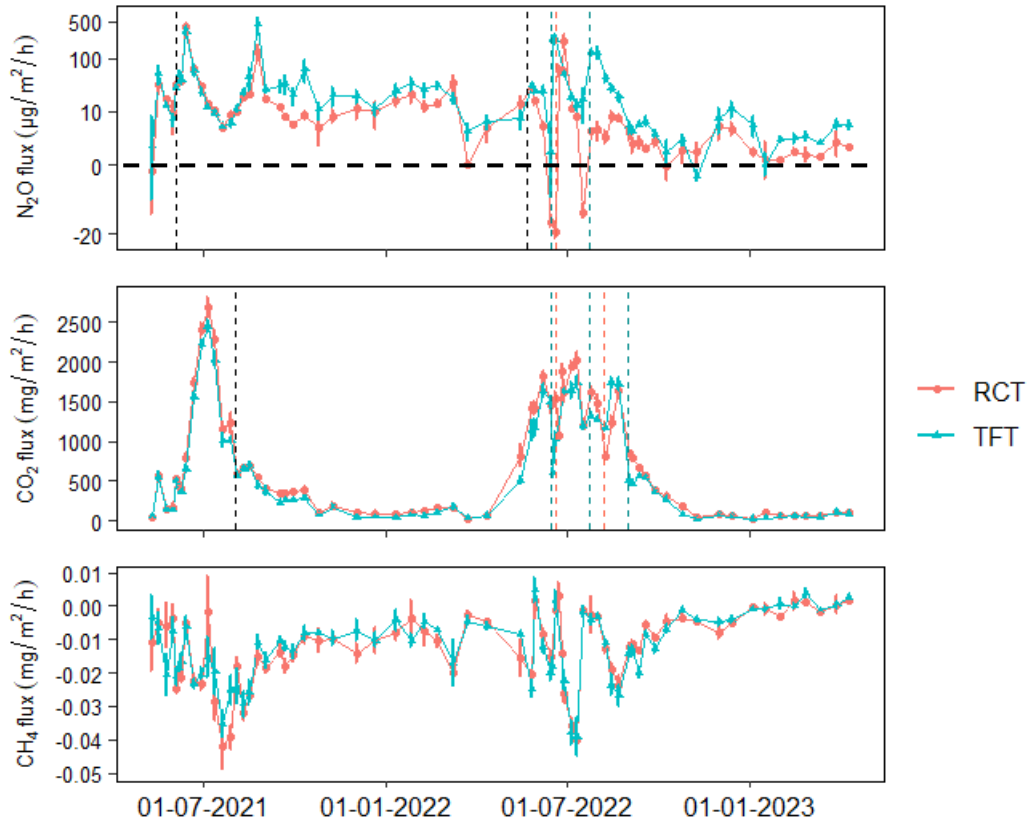
- Kontrolloiduissa olosuhteissa hiilisyöte oli ruokonadalla 3500 kg C/ha
 - 35 % enemmän kuin timotein
 - 40 % enemmän kuin ohran
 - 45 % enemmän kuin puna-apilan
- Alle 20 cm:n syvyydessä ruokonadan hiilisyöte oli 1300 kg C/ha
- Sama ilmiö useimmissa kokeissa mutta ei aina: myös nurminadan juuristo on ollut vahva ja isojuurinen



- Juurimassa ei korreloi sadon kanssa tyypillisellä satovaihteluvälillä
 - Aukkoinen tai muuten heikko nurmi -> myös alhainen juuristomassa



4 Kasvilaji 2: puna-apila-timotei vs. ruokonata-timotei



- puna-apilanurmi (RCT) ja sille sovitettu N-lannoitus tuotti vähemmän N₂O-päästöjä kuin ruokonatanurmi (TFT)
- kasvukauden 2022 aikana havaittiin puna-apila-timoteiruuduilla hetkellistä N₂O-sidontaa

	Kokonais KHK	Satomäärä	Sadon CO ₂ -ekv	NECB	Rehun CO ₂ -ekv
	CO ₂ -ekv t/ha/v	t ka/ha	t/ha/v		kg/kg ka
Kokovilja Puna-apila tim 21–22	14.2	6.6	10.2	24.4	3.7
Kokovilja Ruokonta-tim. 21–22	11.0	5.9	9.0	20.0	3.4
Puna-apila-tim 22–23	-13.6	10.1	15.2	1.6	0.2
Ruokonta-tim 22–23	-20.9	9.9	15.5	-5.4	-0.5

- vaikka puna-apilanurmella pienemmät N₂O-päästöt, CO₂-päästöt olivat suuremmat ja siten myös kokonaispäästöt
- kuitenkin pienempi lannoitustarve, ja siten myös epäsuorat päästöt vähenevät
- satomäärät molemmilta nurmilta lähes samat

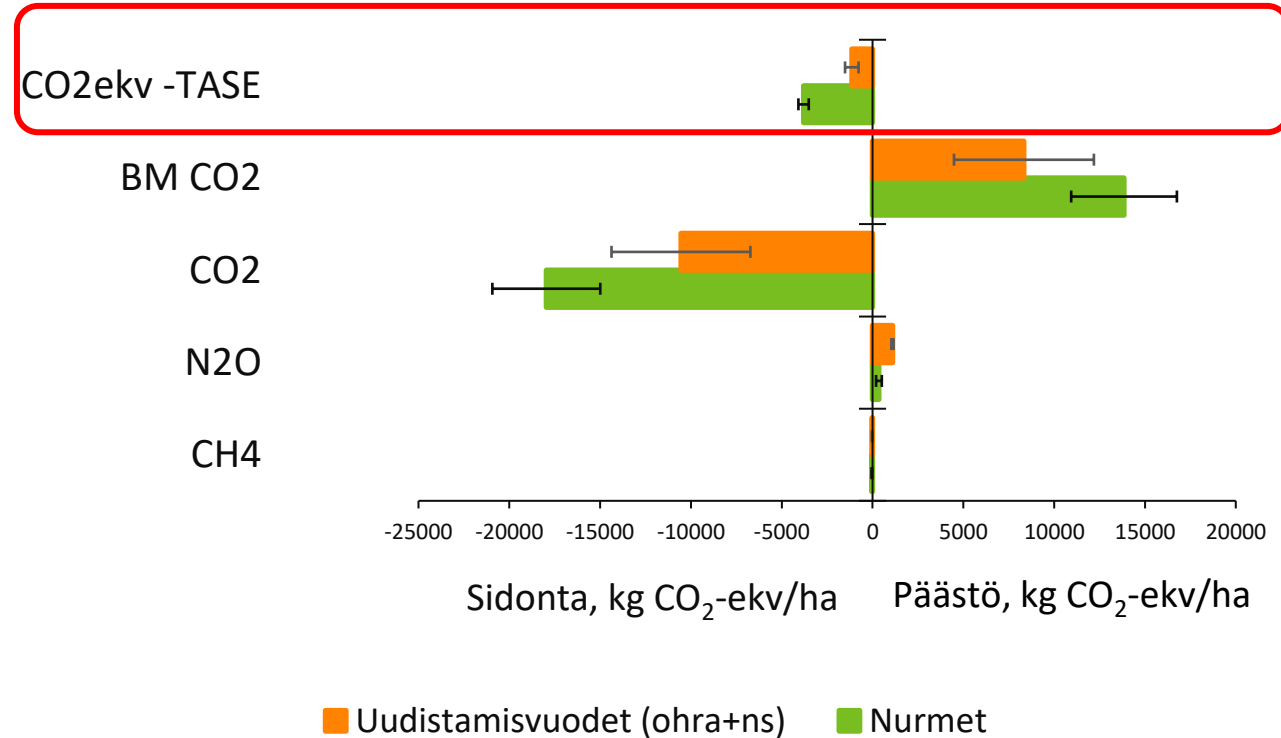
5 Uusiminen ja nurmen ikä

- Nurmi uudistettu eri ikäisenä 3 v kokeessa (kevätkyntö)
- Kevätperustettu nurmi oli hiilen nielu (negatiivinen arvo) – toisin kuin useimmat syyskyntöiset kokeet
- Tässä tapauksessa nuori nurmi oli tehokkaampi hiilen sitoja kuin vanha
- Uusimisvuoden sidonta oli odotetusti heikompi kuin nurmivuosien eli nuoren nurmen tiheämpi uusimistahti kumoaa vaikutuksen
- Satotaso laskee nurmen vanhetessa, viljelijän otettava tämä huomioon

	Täydennyskylvö, Suorakylvö CO ₂ -ekv kg/ha	Sato, kg ka/ha/v	kg CO ₂ - ekv/sato kg ka
Vanha nurmi	-7 560	8 200	-0.33
Nuori nurmi	-11 680	7 640	-0.41

Timotei-nurminatanurmi, kivennäismaa, org C 2,0 %, Maaninka

Nurmi- ja perustamisvuosien CO₂-ekv -tase ja sen koostumus



6 Kesä uudistus vs. perinteinen syyskylvö turvemaalla

Mittaus vuosi	Käsittely	Toimenpiteet	CO ₂ (NEE)	N ₂ O	CH ₄	Sato	NECB	Rehun CO ₂ -ekv
			t CO ₂ -ekv/ha/v			t ha/v	t CO ₂ -ekv/ha/v	kg/kg ka
1	Syyskylvö	2 niittoa + syyskylvö	72.7	21.7	-0.1	5.9	103.4	17.6
	Kesä uudistus	2 niittoa	21.1	7.3	-0.1	6.3	37.7	6.0
2	Syyskylvö	1 niitto (kokovilja)	14.1	15.0	1.2	8.9	42	4.7
	Kesä uudistus	1 niitto (nurmi), kesä uudistus	18.7	5.9	1.5	4.8	33.4	7.0
3	Syyskylvö	2 niittoa	*	1.0	0.7	9.2	*	*
	Kesä uudistus	2 niittoa	*	1.6	0.9	7.2	*	*

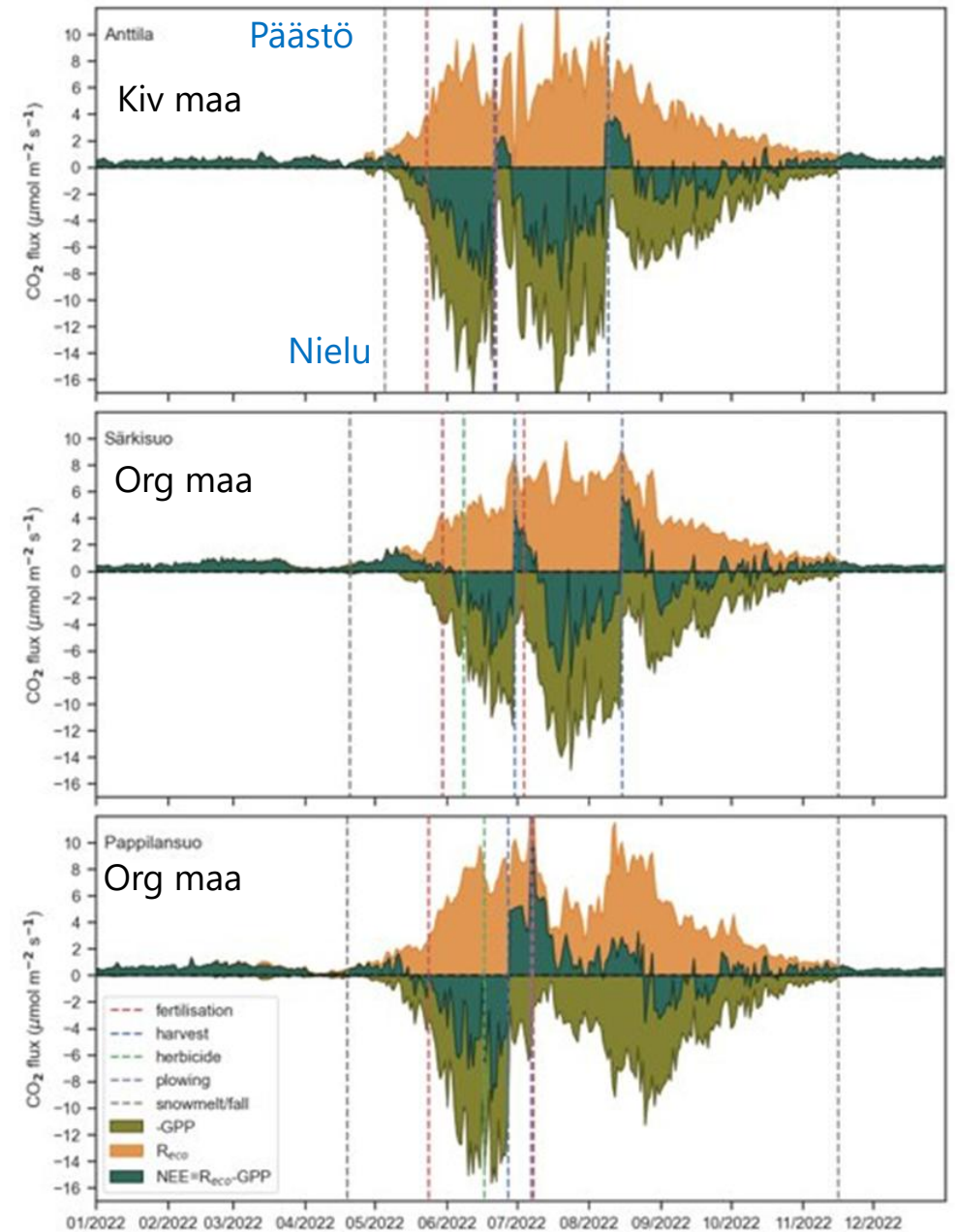
- Kesä uudistus tehtiin mahdollisimman nopeasti ensimmäisen niiton jälkeen heinäsiemen + syyvehnä/kaura-seos, mutta kokoviljasatoa ei pystytty korjaamaan syksyllä
- Uudistuksen ajankohta vaikutti CO₂ ja N₂O päästöihin – CH₄ merkityksetön kokonaistaseessa, NECB matalampi kesä uudistuksessa
- Satotasoissa ei eroa 1. vuonna, 2. ja 3. vuonna syyskylvöisellä korkeampi satotaso – kesäperustettu nurmi kärsi edellisen vuoden korjaamatta jättämisestä
- Uudistamisvuosien jälkeen päästöt laskevat*, mutta satotaso syyskylvöisellä alueella korkeampi
- Olosuhteet ratkaisevat milloin kynnön voi tehdä

7 CO₂-vuo kolmella erilaisella pellolla samoissa sääoloissa 2022

- Talven aikana hiiltä vapautuu koko ajan
- Kesäisin fotosynteesi sitoo hiiltä enemmän kuin mitä vapautuu
- Vuositase riippuu maalajista, säistä ja viljelytoimista (sadonkorjuu, muokkaus, lannoitus)

	KHK yhteensä	Ka-sato	C-pitoisuus	Rehun CO ₂ -ekv
	CO ₂ -ekv tn/ha/	tn/ha/v	%	kg/kg ka
Anttila (kiv maa)	-7.9	7.5	46.9	0.7
Särkisuo PVPS	4.7	5.4	48.2	2.6
Pappilansuo	12.9	5.9	47.3	3.9

PVPS = pohjaveden pinnan säätely



Yhteenvedo

Toimenpide	Vaikutus	Hehtaarikohtainen KHK vaikutus	KHK-kuorma rehukiloa kohti	Soveltuvuus käytäntöön	Tiedon epävarmuus	Yleinen käsitys
Niittokorkeus	Nostaminen lisää hiilisyötettä, mutta vaikutus oli lyhytaikainen	- positiivinen vaikutus	Negatiivinen vaikutus, koska lisäsi rehualan tarvetta	Kohtalainen	Maalaji x kasvilaji x sääolosuhteet x kasvuston fysiologien tila vaikuttaa tuloksiin	Suomessa nurmen satofysiologia poikkeaa kv. teorioista
N-lannoitus	Lisää ekosysteemin tuottoa ja hiilisyötettä epälineaarisesti	- Epälineaarinen, aluksi positiivinen, sitten negatiivinen	Positiivinen vaikutus: NEE ja sadon määrä nousevat voimakkaammin kuin N2O päästö - ei kuitenkaan määrättömästi, ei kuivina vuosina	Hyvä, toki rajoitukset	Suhteellisen luotettava johtopäätös; ympäristöolosuhteet, vaikutuksen epälineaarisuus-> optimointiongelma	Kv. teorian mukainen tulos
Kasvilajit	Puna-apila (PA): vähäisempi N-lannoitustarve Ruokonata (RM): lisääntynyt hiilisyöte, sen laatu ja sijoitus	Lajien välillä on eroja	Hyvin vaihtelevat seuraukset (talvehtiminen, sääolot, maalaji, ja viljelykustannukset)	Kohtalainen, mutta PA:n säilyvyys nurmessa RN oikukas, ja vaativa 2 niiton ajoituksessa (rehuarvo)	Suhteellisen luotettava johtopäätös. Nurminata saattaa olla myös edullinen	Kv. teorian mukainen tulos, mutta kvantitatiivisesti eroava? Lajeista ja seoksista ei vielä tarpeeksi tietoa
Uusimisväli	Lisää hiilisyötettä ja hidastaa hajoamista	Edullinen	Edullinen, jos satotaso säilyy hyvänä	Periaatteessa helppo mutta tapauskohtainen (nurmen kunto, täydennyskylvö...)	Todella vähän kvantitatiivista tutkimusta	Ei juurikaan ole
Kyntö syksy - > kevät	Pysäyttää yhteyttämisen, nopeuttaa hiilivarastojen hajotusta, mutta pidemmällä aikavälillä lisää yhteyttämistä	Kiv. Maat: Kokeiden välisessä vertailussa edullinen? Org. Maat kesä uudistus edullinen?	Kiv. Maat: Kokeiden välisessä vertailussa edullinen? Org. Maat kesä uudistus mahdollisesti edullinen – säät!	Kevätkyntö kiv. mailla ja kesä uudistuksen ajoitus eloperäisillä mailla vaikea (maalaji, olosuhteet, nopea kevät)	Suuri, koska sääolosuhteet vaikuttavat todella paljon tuloksiin. Varmaa, että keväällä (toukokuu) yhteyttäminen todella voimakasta, ja että talvipäästö kynnökseltä voi olla suuri.	Viileillä alueilla kynnön vaikutus hajotukseen pienempi kuin lauhkeilla alueilla.

Yhteenveto ja johtopäätökset

1. Tutkituista keinoista useimmilla oli positiivinen vaikutus nurmen ilmastovaikutukseen, mutta pinta- alakohtainen ja rehukilokohtainen vaikutus saattoi olla jopa eri suuntainen
2. Tiedon epävarmuus on suuri: toimenpiteet vaikuttavat vuosi-, lohko-kohtaisesti ja mahdollisesti hyvinkin vaihtelevasti lohkon sisällä, sekä myös nurmisyklin mukaan
3. Toistaiseksi määrällisten estimaattien antaminen esim vuositasolla on hyvin epävarmaa
4. Yleisesti monivuotinen nurmi on kuitenkin ollut KHK-taseeltaan parempi kuin yksivuotiset
5. Emme voi tutkia kaikkia mahdollisia kombinaatioita, mutta kvantitatiivisia tuloksia voidaan käyttää erilaisten mallien kehittämiseen tai validointiin
6. Turvepeltojen pinta-alan vähentyminen tai ainakin viljanviljelyn vähentyminen turvemaidilla on edelleen selvästi tehokkain keino vähentää maatalouden KHK-päästöjä, mutta yksityisen tilan kannattaa suhtautua siihen rauhallisesti, samoin kuluttajien.
7. Kasvipeiteajan maksimointi on edelleen tehokas keino syksyllä, talvella ja etenkin keväällä kun kasvuolot nurmelle ovat hyvät (valoisuus, kosteus, lämpö)
8. Suurin nurmiviljelyn hiilensidonnan potentiaali on sellaisilla pelloilla, joilla ei ole viljelty nurmia eikä käytetty karjanlantaa ja joilla on kohtalaisen korkea hienoainespitoisuus, sekä karkeilla mailla, joilla on runsaasti Al- ja Fe- oksideja

Kiitos!



Pohjois-Savon liitto tukee
maakunnan
menestystä

