



SCIENCE AND
EDUCATION **FOR**
SUSTAINABLE
LIFE

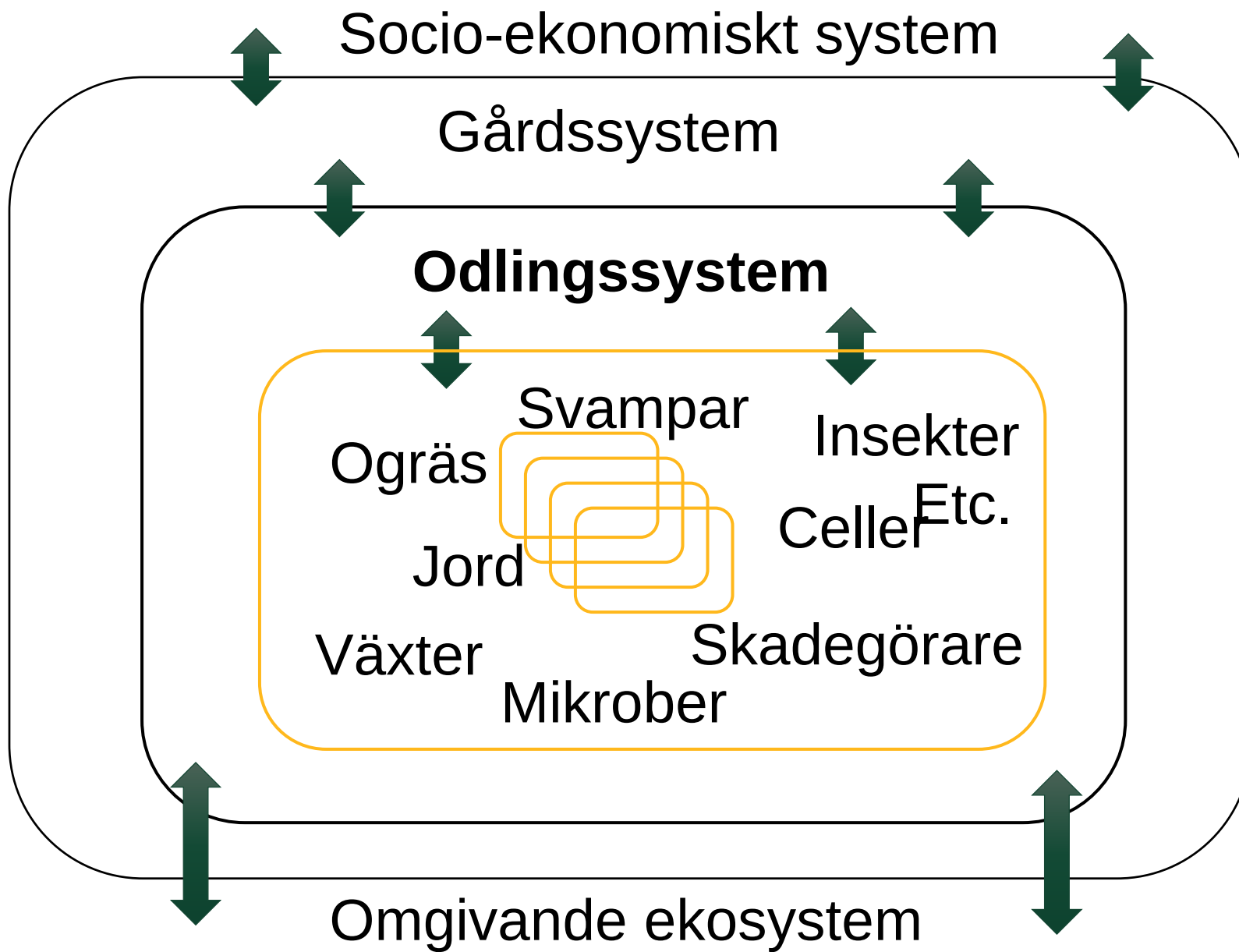
Odling i ett framtida klimat

Göran Bergkvist, Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU



Lanna (R4-1103-2). Effekter av vall i växtföljden

Foto: Göran Bergkvist



Innehåll

- Effekter av förändrat klimat på odlingssystem
- Samhällets påverkan på odlingssystem
- Odlingssystem och kolbalanser
- Utveckling av odlingssystem för framtiden
- Slutsatser

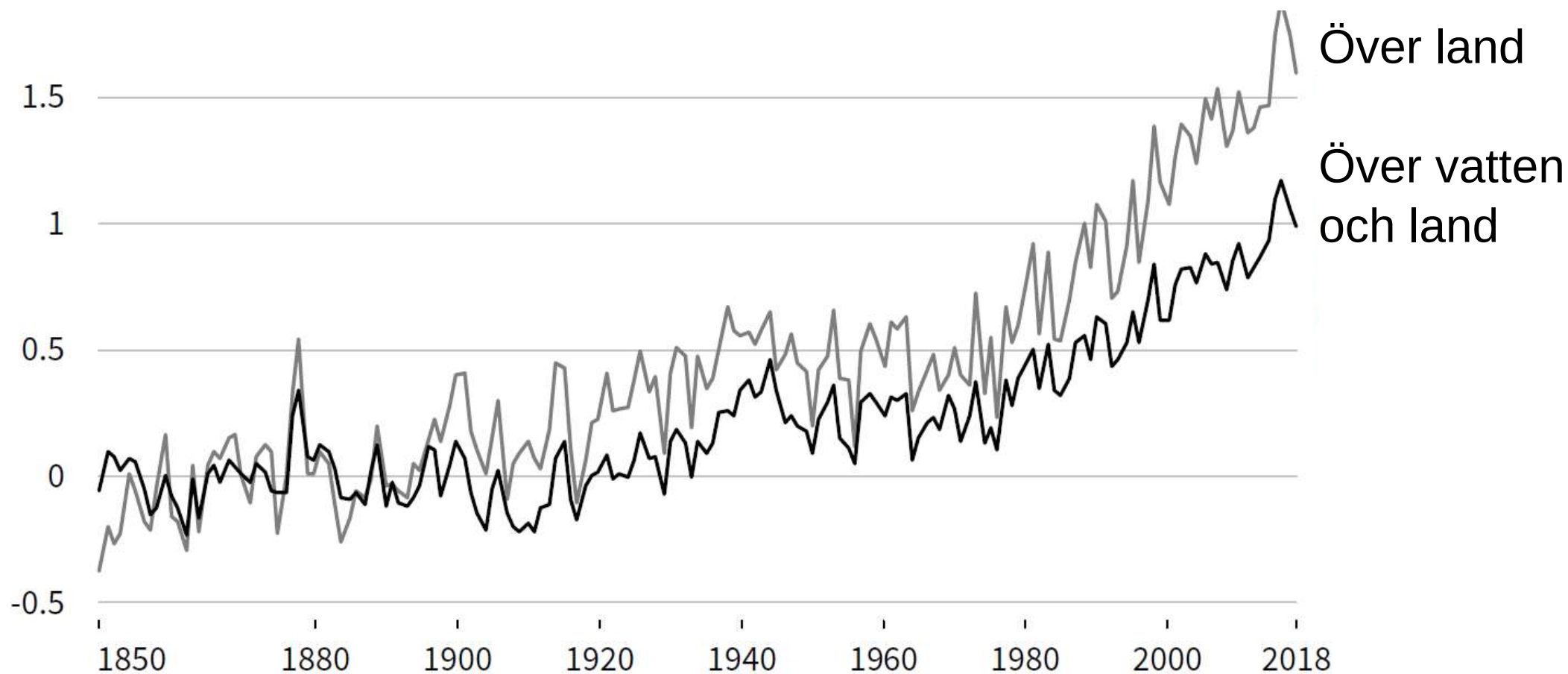


Varför behöver odlingssystemen ändras för det framtida klimatets skull?

- Det nya klimatet passar inte det tidigare odlingssystemet
- Förändrade politiska krav
- Förändrade krav från marknaden



Förutsättningar - Temperaturen ökar 1850-2018 (°C)



Climate change and land (ipcc, 2019)

Förväntade förändringar i klimat?

- Blöta milda höstar och vintrar
- Tidigare vårar
- Varma och torra somrar
- Mer extrema väderhändelser

För mer precisa förutsägelser se: <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/framtidens-klimat-sa-paverkas-vi>

Grödor som blir mer intressanta

- Majs – C4-fotosyntes. Utnyttjar lång växtsäsong, värme och vatten bättre än C3
- Sojabönor – gynnas av lång växtsäsong, men måste ha vatten
- Ökad areal höstsäd – kanske sorter anpassade till sydligare breddgrader intressanta

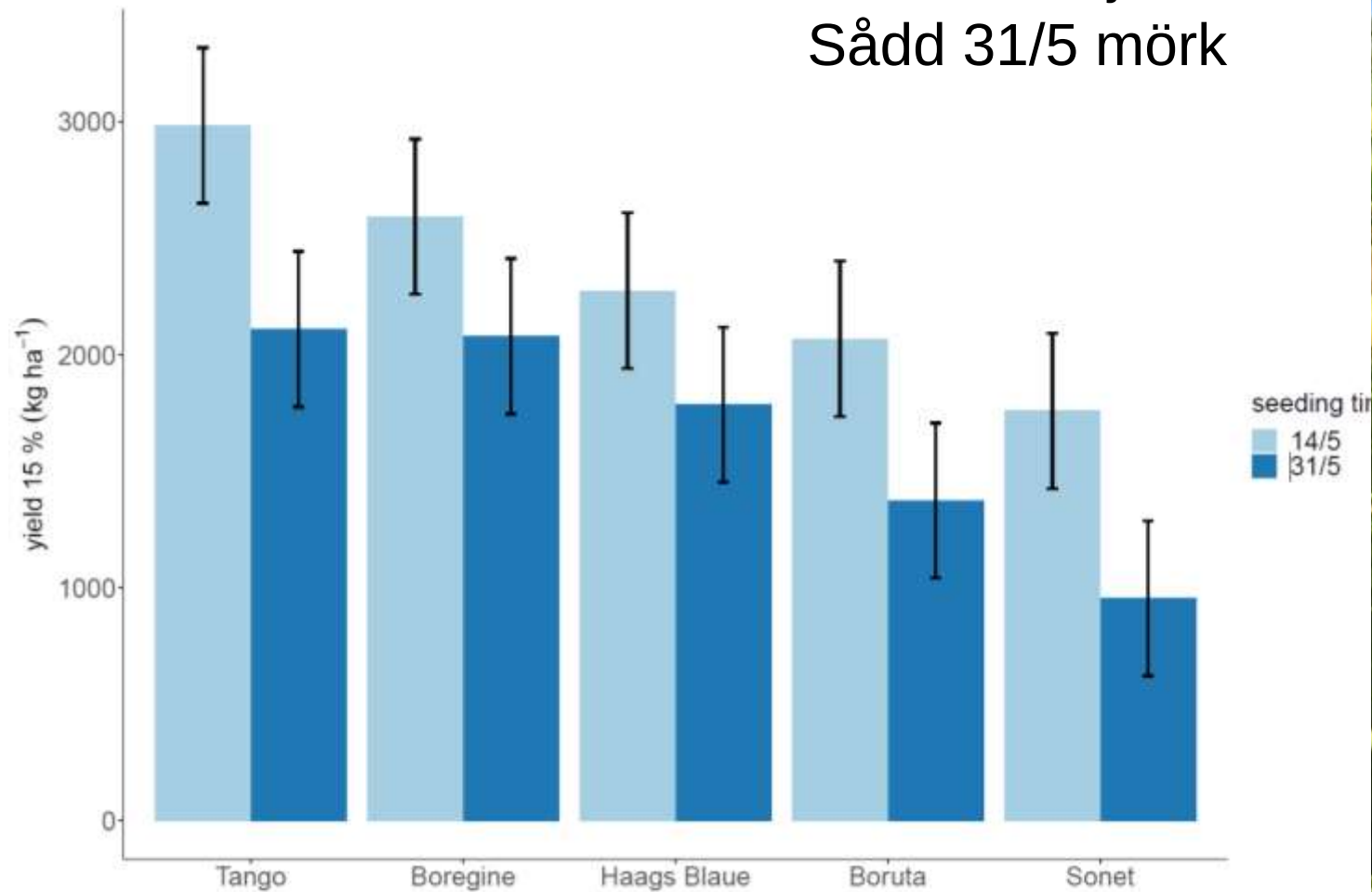


Lupin – om torrt

Uppland 2019

Sådd 14/5 ljus

Sådd 31/5 mörk



Vad i samhället kan påverka val av odlingssystem?

- Konkurrenskraftigt pris kommer alltid att vara viktigt
- Koldioxidneutralt jordbruk, t.ex. krav från handel, bidrag för åtgärder som ökar multhalten, subventioner av fossilfritt bränsle
- Minskad jorderosion, t.ex. krav eller bidrag för minskad förlust av kapital (P, bördighet, C, N)
- Restriktioner i användningen av pesticider, t.ex. glyfosat
- Dålig tillgång på effektiva pesticider
- Konsumenter föredrar pesticidfritt
- Närproducerat
- etc



Förutsättningar - Nettoutsläpp av växthusgaser (antropogena) beroende på jordbruk, skogsbruk och annan landanvändning (AFOLO) (genomsnitt 2007-2016)

Typ av emission	AFOLO	Jordbruk ensamt	Naturlig respons på miljöförändringar (ökad CO ₂ , N-gödsling)	Nettoflöde från landbaserade system
CO ₂	13 % (mest avskogning) 5,2 Gt/år	Inga data	-11,2 Gt/år	-6,0 Gt/år
CH ₄	44 %	39 %		
N ₂ O	82 %	78 %		
Totalt	23 %	Inga data		

Climate change and land (ipcc, 2019)

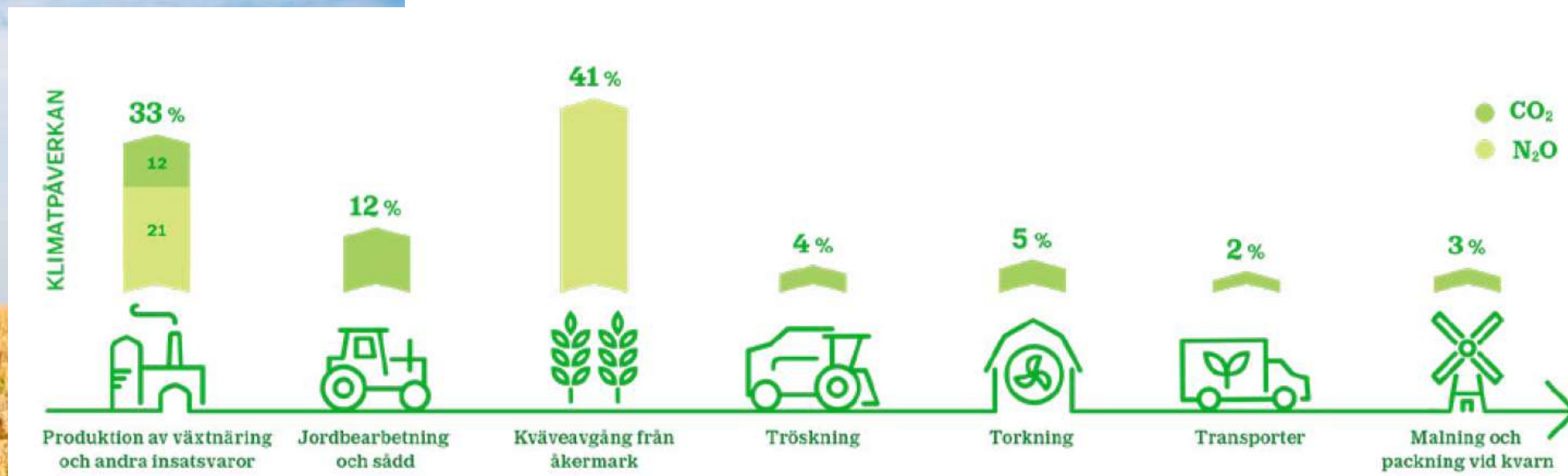


Framtidens jordbruk

Vägen mot ett klimatneutralt jordbruk 2050

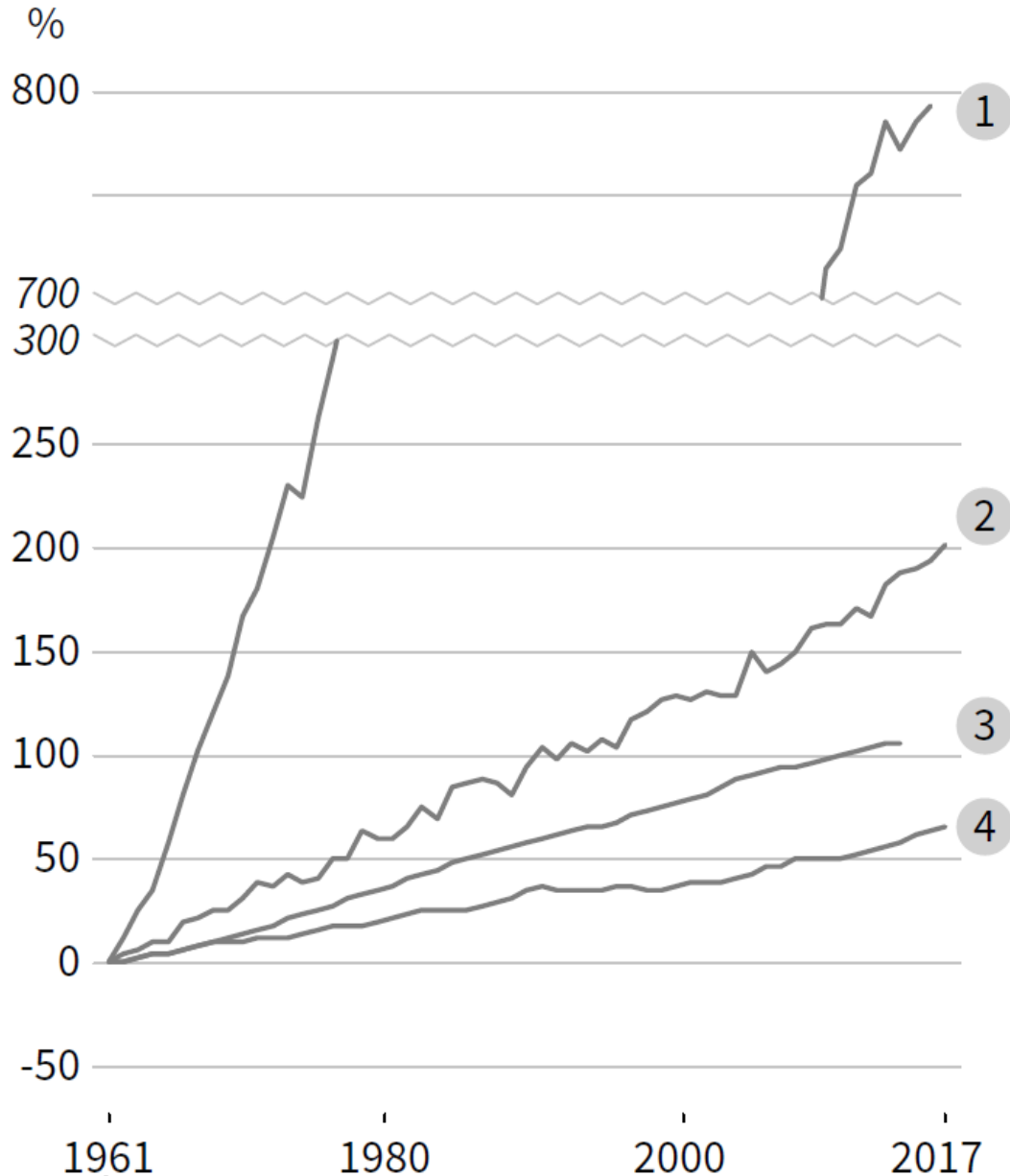
Företagen går före politiken:

”Lantmännens målsättning är att skapa förutsättningar för en hållbar primärproduktion med halverad klimatpåverkan vart tionde år, för att nå klimatneutralitet 2050.”



Källa: Lantmännens interna siffror 2015, beräknat per kilo vetemjöl

Förutsättningar – mineralkväve driver produktionsökningen



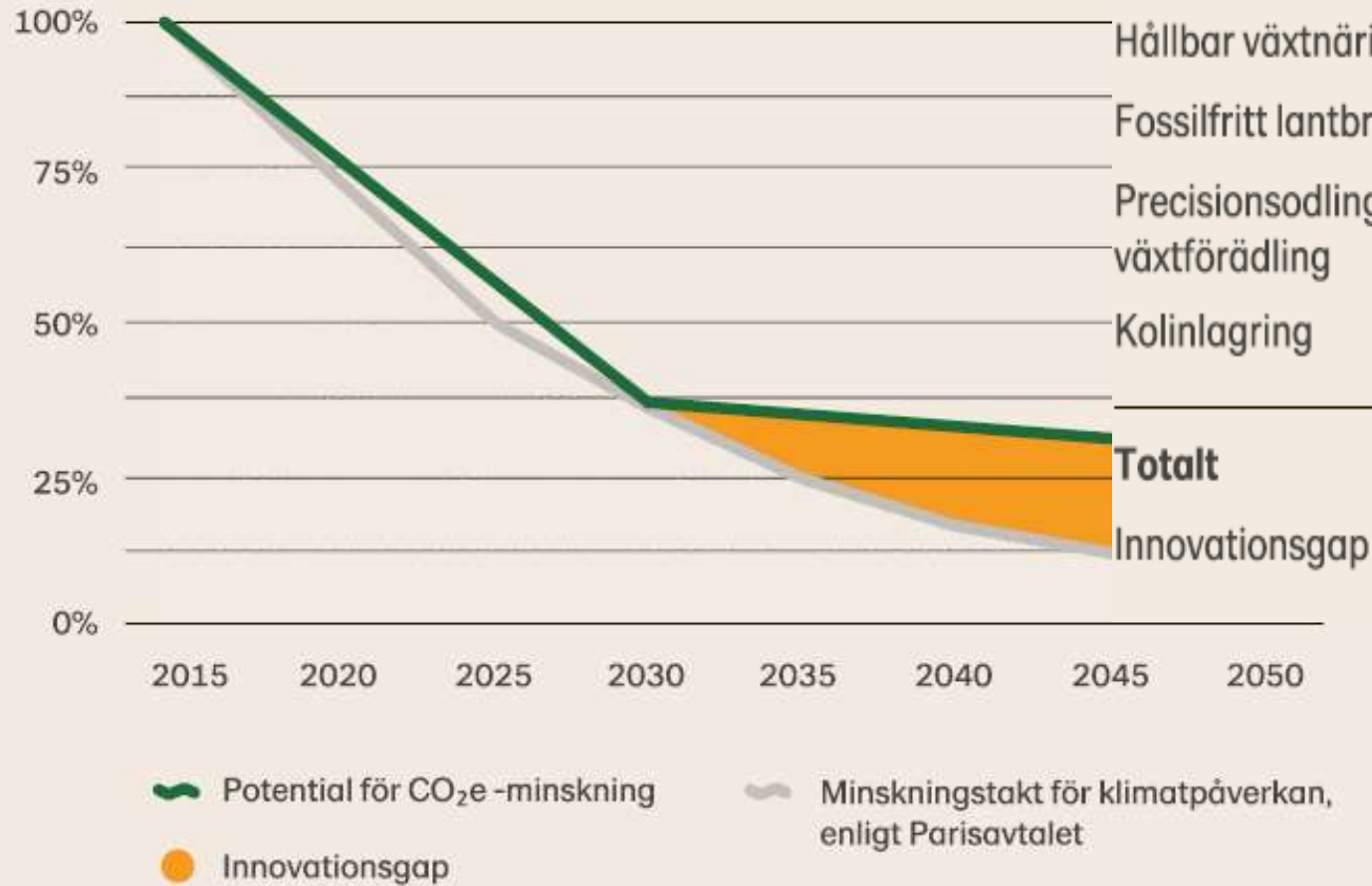
Förändringar relativt 1961

1. Användning av mineral-N
2. Spannmålsskördar
3. Bevattningsvolym
4. Antal idisslande husdjur

Climate change and land (ipcc, 2019)

Potential för minskad klimatpåverkan till 2050

Klimatpåverkan CO₂e (%)



Figur 1. Potential för att minska klimatpåverkan från odlingen, beräknat per ton höstvet, samt gap mot Parisavtalet.

Lantmännens bedömning

N₂O-utsläppen kvar 2050!

Framtida odlingssystem behöver:

- Vara lönsamma
- Lagra in mer C för att kompensera N₂O-utsläpp
- Vara mindre beroende av kemikalier
- Bygga bördighet för bättre resursutnyttjande



Foto: Peter Sylwan



Åker = bördiga ytor som lämnas utan vegetation
under stora delar av året

Definition enligt mig med inspiration av Lars Ohlander

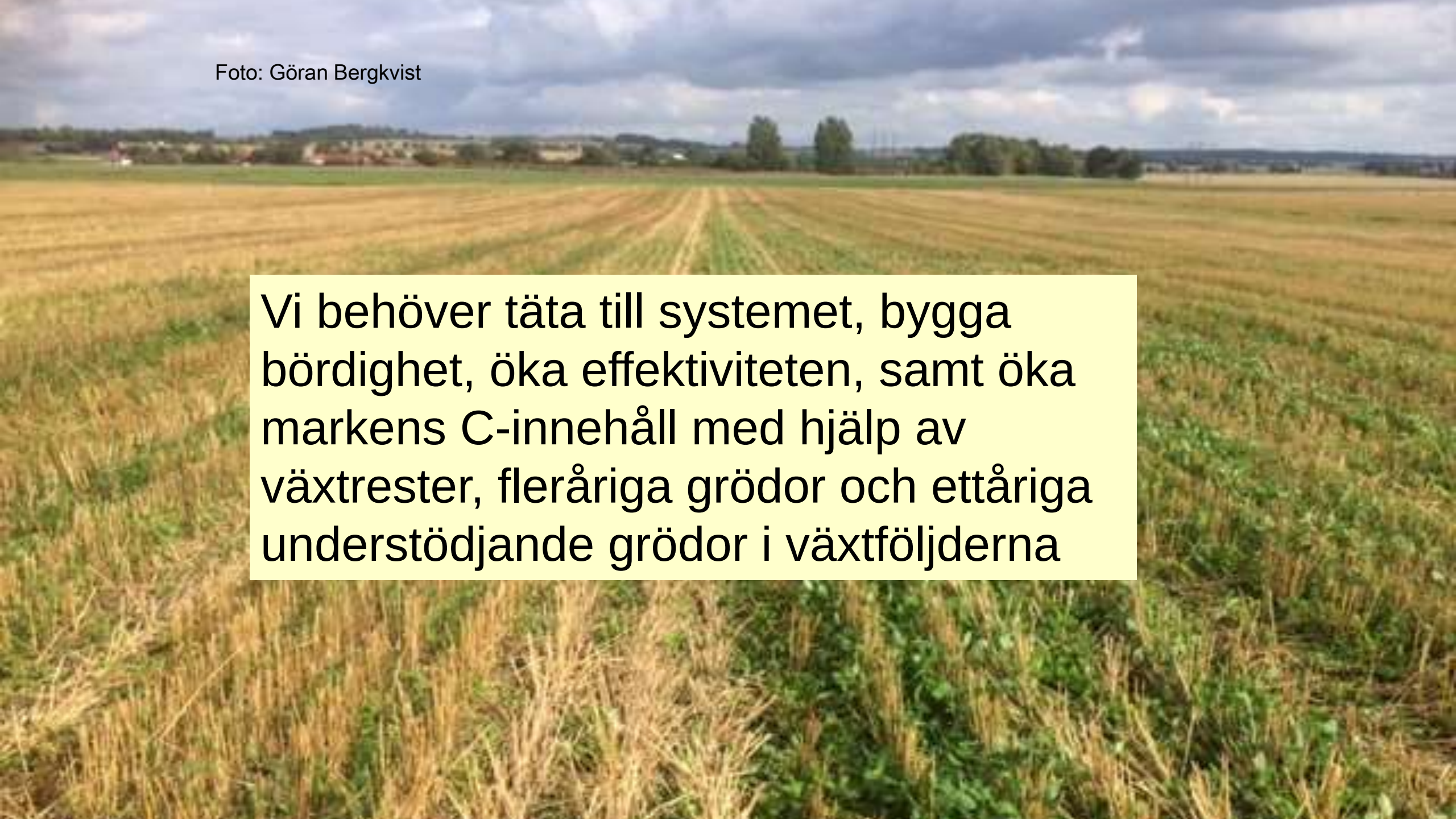
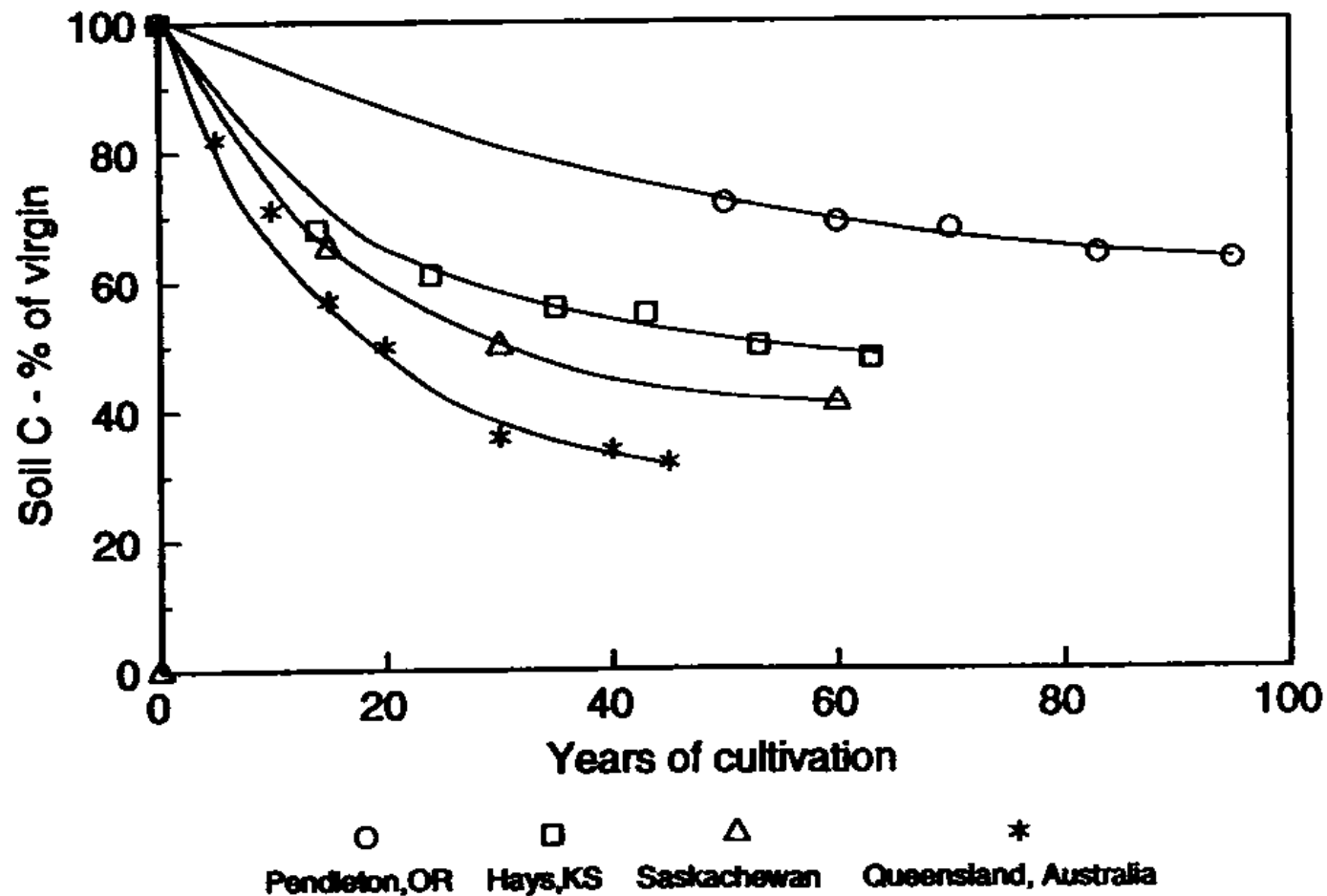


Foto: Göran Bergkvist

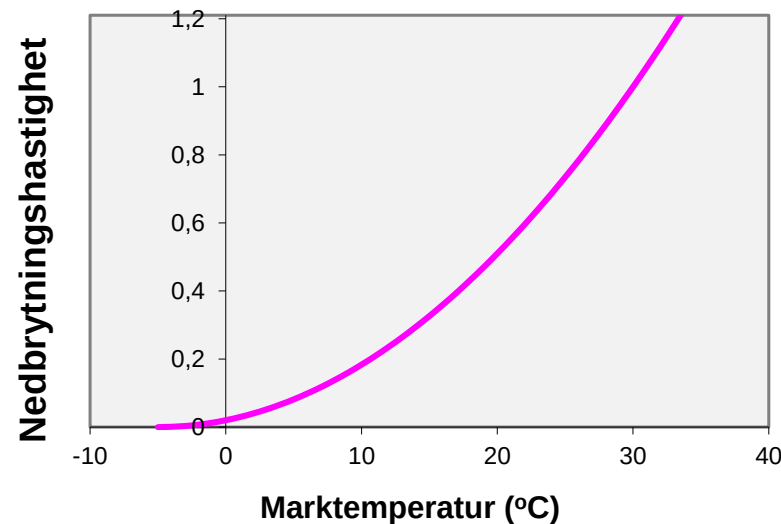
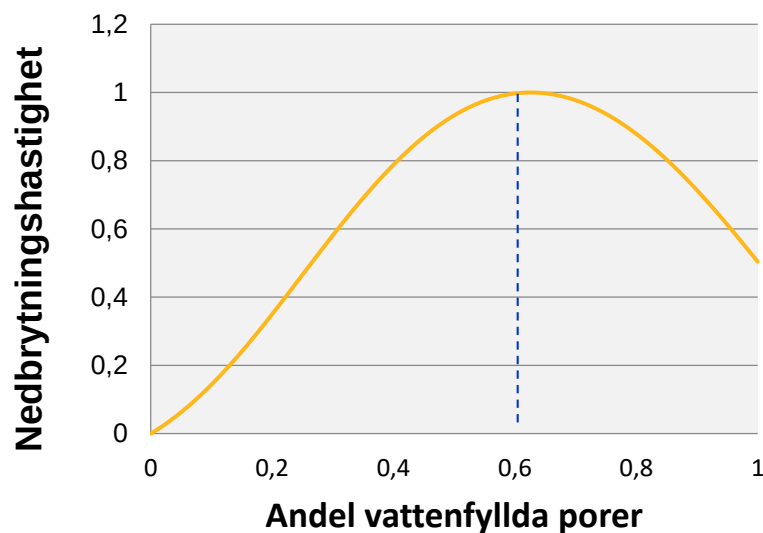
Vi behöver täta till systemet, bygga bördighet, öka effektiviteten, samt öka markens C-innehåll med hjälp av växtrester, fleråriga grödor och ettåriga understödjande grödor i växtföljderna

WHEAT



Omställning till åker
minskar markens
kolinnehåll (SOC)

Nedbrytningshastighetens beroende av vattenhalt och temperatur i marken



- Den biologiska aktiviteten är högst vid ungefär 60% vattenfyllda porer, sen syrebrist.
- Nedbrytningshastigheten ökar exponentiellt upp till ca 40 °C, sen för varmt för de flesta markorganismer.

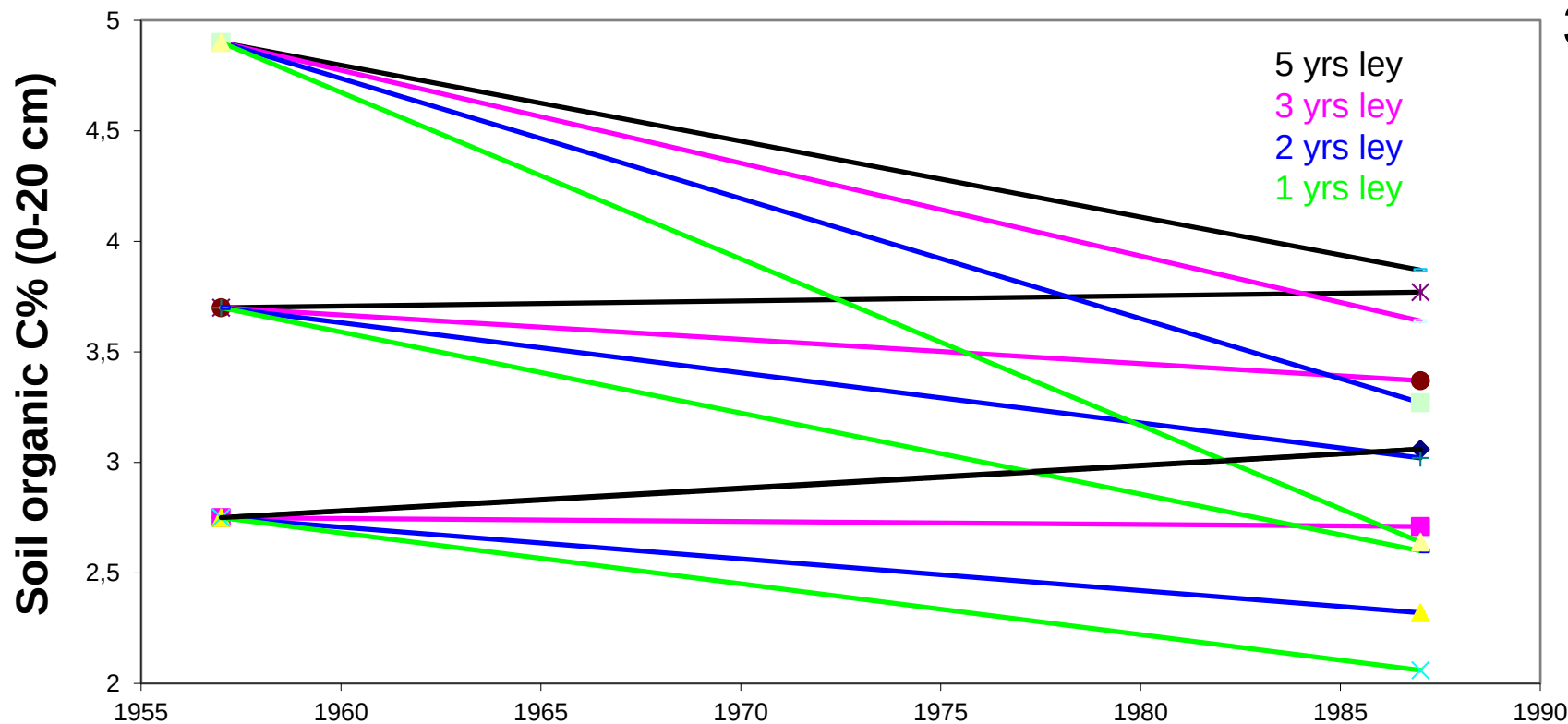


Fotosyntes och respiration

På fältnivå: Bortförsel och återförsel



Effekten av andelen fleråriga grödor i växtföljden på kolinnehållet i matjorden



3 LTEs i norra
Sverige
6 åriga
växtföljder:
vall och
ettåriga
grödor
(R8-71)

$\Delta\text{SOC: } 0.4 - 0.8 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$

Bolinder et al. 2010, AGEE 38: 335–342

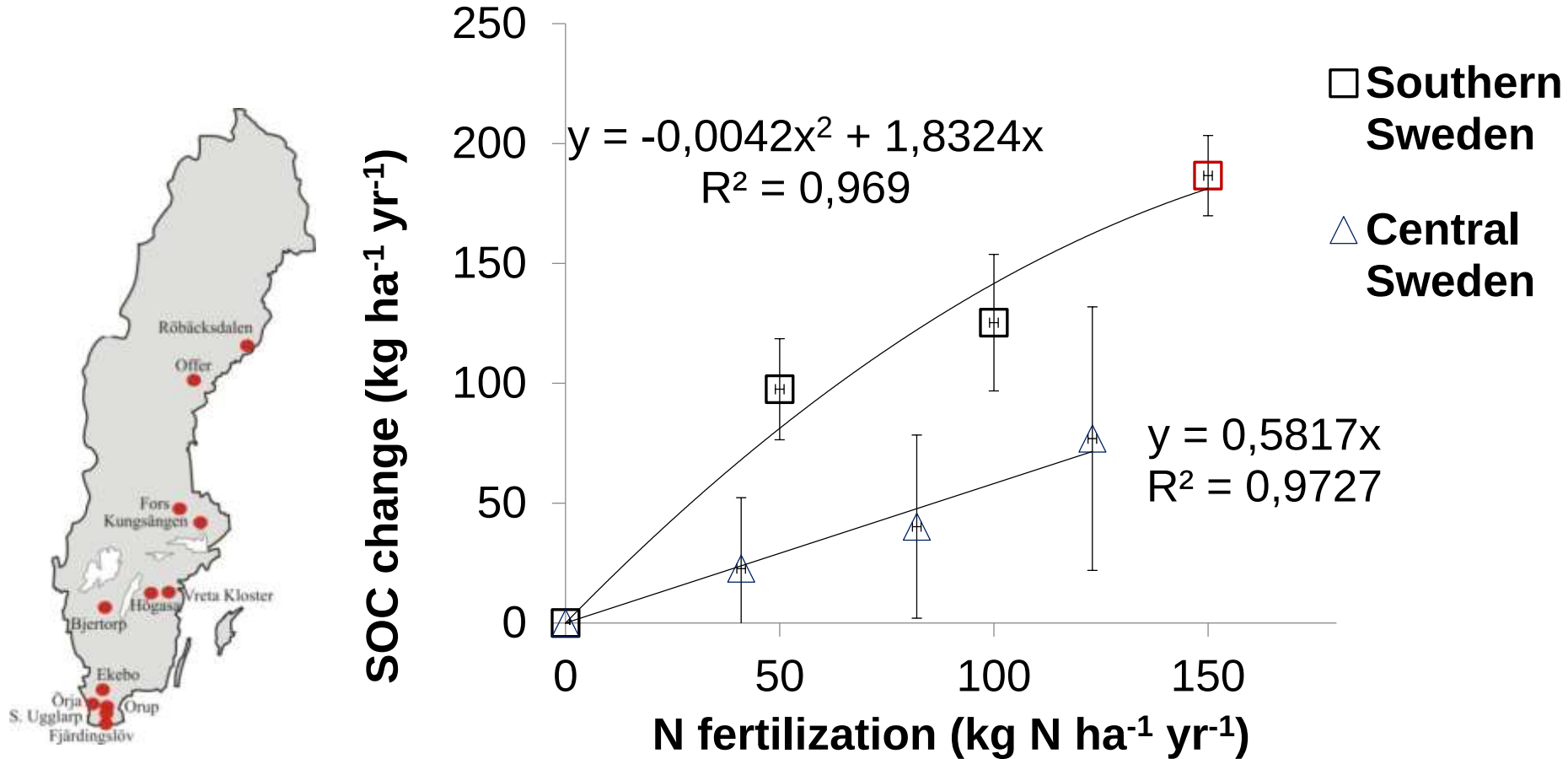
Effekt av vallar på efterföljande höstvetegrödor

(efter 12 försök av Andersson & Wivstad, 1992)

Förfrukt	Höstvete (kg/ha) År 1 efter vall	Höstvete (kg/ha) År 2 efter vall
Vårkorn	4460	4430
<i>Ettårig vall</i>		
Rödklöver, lusern	1300	0
Italienskt rajgräs	800	200
<i>Twoårig vall</i>		
Rödklöver, lusern	1200	400
Ängssvingel, timotej, eng rajgräs	700	650
<i>Treårig vall</i>		
Rödklöver, lusern	1100	700
Ängssvingel, timotej, eng rajgräs	700	800

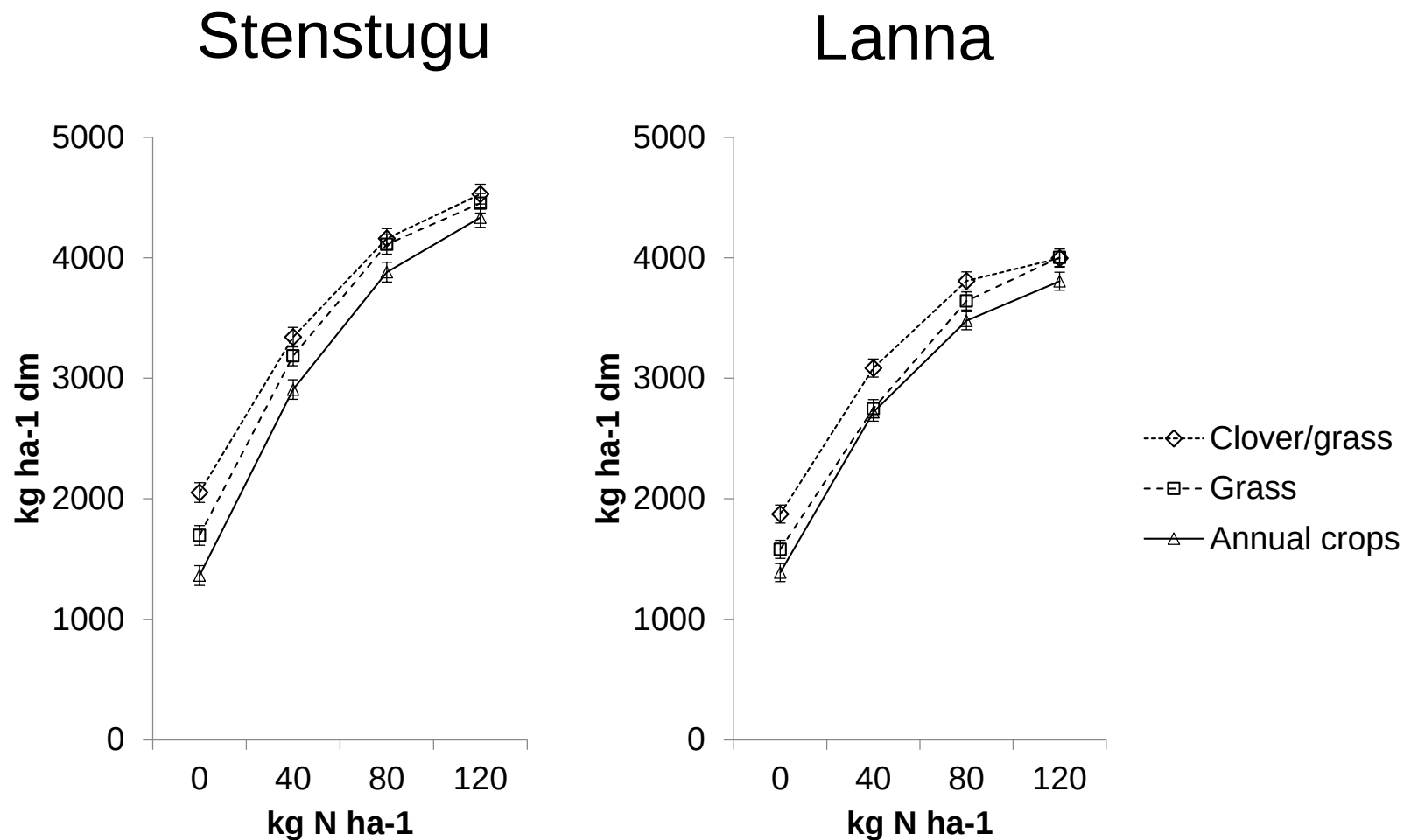
Antagande: Vårrops förfrukt i försöket = 800 kg/ha bättre än stråsäd

Effekt av kvävegödsling på kolinnehållet i marken i bördighetsförsöken under 41-49 år



I medeltal ökar kolinnehållet i matjorden med ett kg kol per kg tillfört kväve

Havrens kärnavkastning tre år efter tvåårig vall beroende på N-nivå



Växtföljdsvallar

- Ökar avkastningen på övriga grödor i växtföljden
- Binder in C
- Ökar markbördighet och effektivitet i resursutnyttjande
- Minskar behov av pesticider
- Minskar risk för pesticidresistens
- Kräver avsättning för den producerade biomassan
- Framtida ersättning för eller krav på C-inbindning kan förändra kalkylen



”Conservation Agriculture” som ett verktyg

”Conservation agriculture” (svåröversatt) är ett användbart verktyg för att uppnå hållbar intensifiering. Baseras på tre principer (FAO, 2015.
<http://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>):

- Minimal jordbearbetning
- Kontinuerlig marktäckning – gröda, mellangröda eller växtrester
- Varierad växtföljd

Används dock ofta synonymt med ”conservation tillage”

Drivkrafter för CA (efter Giller et al, 2015)

- Antagandet att jordbearbetning är negativ för markens funktion, orsakar erosion och minskande mullhalter.
- Antagandet att växtrester förbättrar jordhälsan och leder till förbättrad bördighet över tiden.
- Positivt laddat begrepp som står för minskat beroende av insatsmedel, ökad biodiversitet och hållbarhet.
- Efterliknar naturliga ekosystem på så sätt att jorden inte är direkt exponerad.

CA och avkastningen (Pittelkow et al. 2015)

Direktsådd jämfört med plöjt (5463 observationer från 610 studier)

RR = mellangrödor och växtrester

CR = bra växtföljd

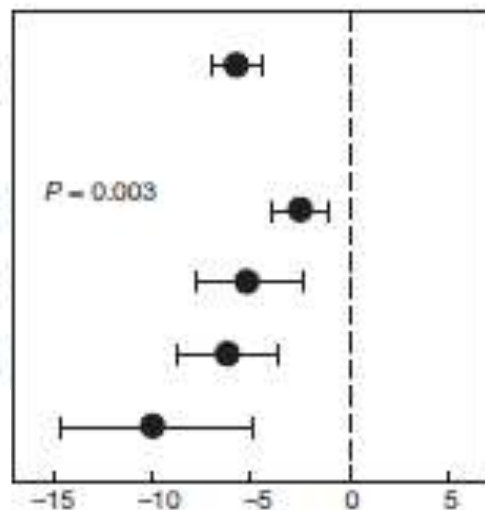
Totalt

RR+CR

RR

CR

Utan RR +CR



Effekt på avkastning

RR+CR

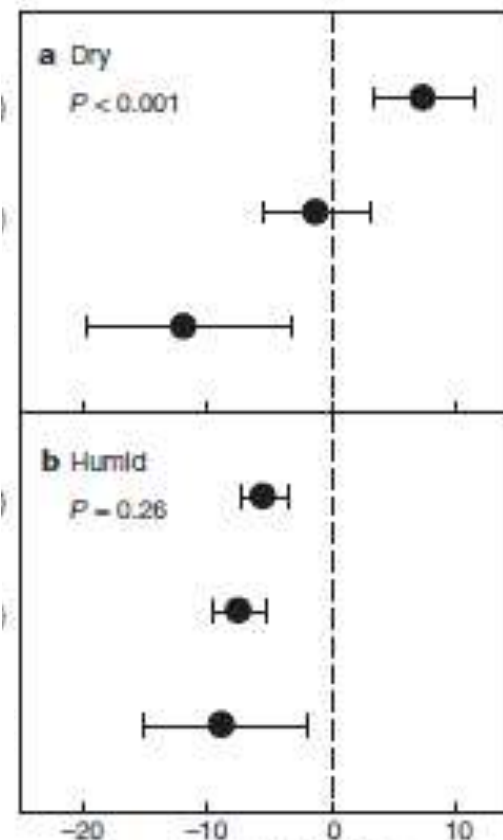
RR eller CR

Utan RR +CR

RR+CR

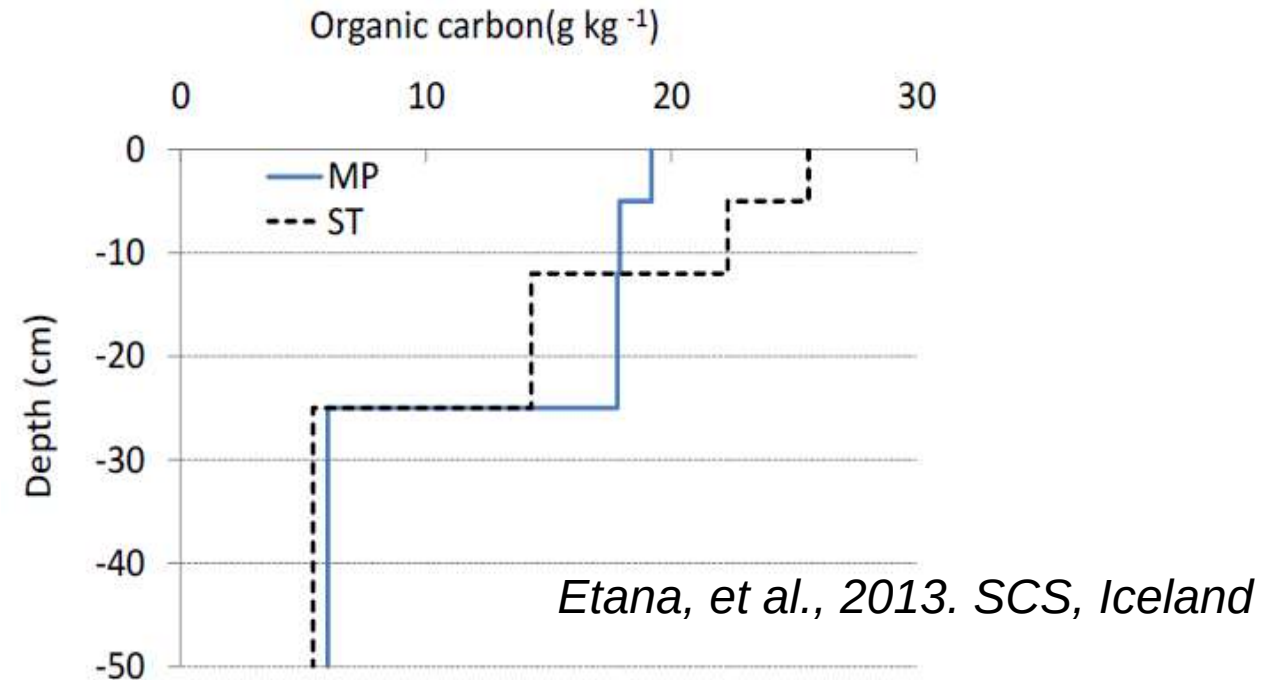
RR eller CR

Utan RR +CR



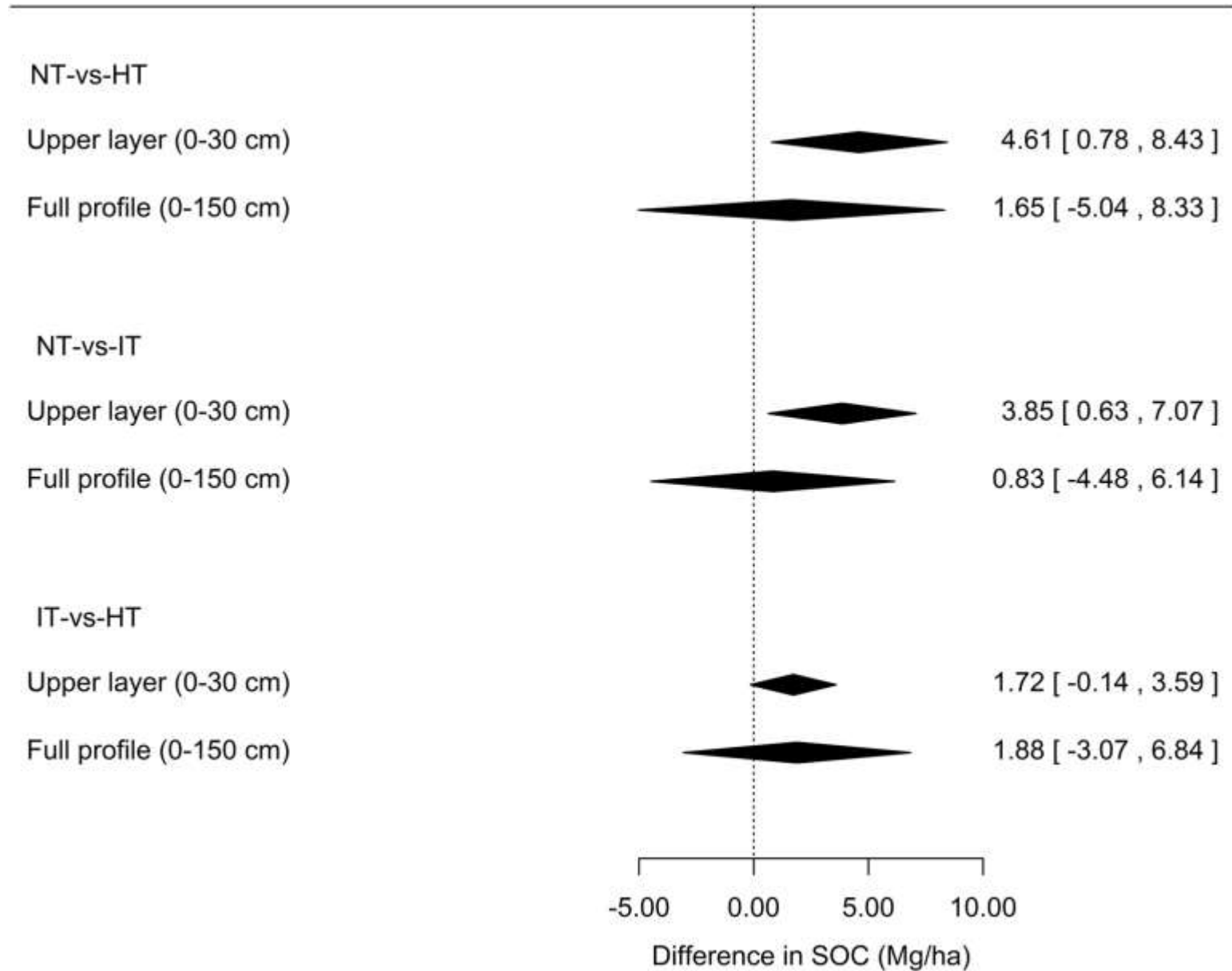
Effekt på avkastning

Effekt av reducerad jordbearbetning på kolets fördelning i jorden



Skillnader i kolets fördelning men ingen effekt på markens totala kolinnehåll effekt efter 35 år i ett experiment på Ultuna.

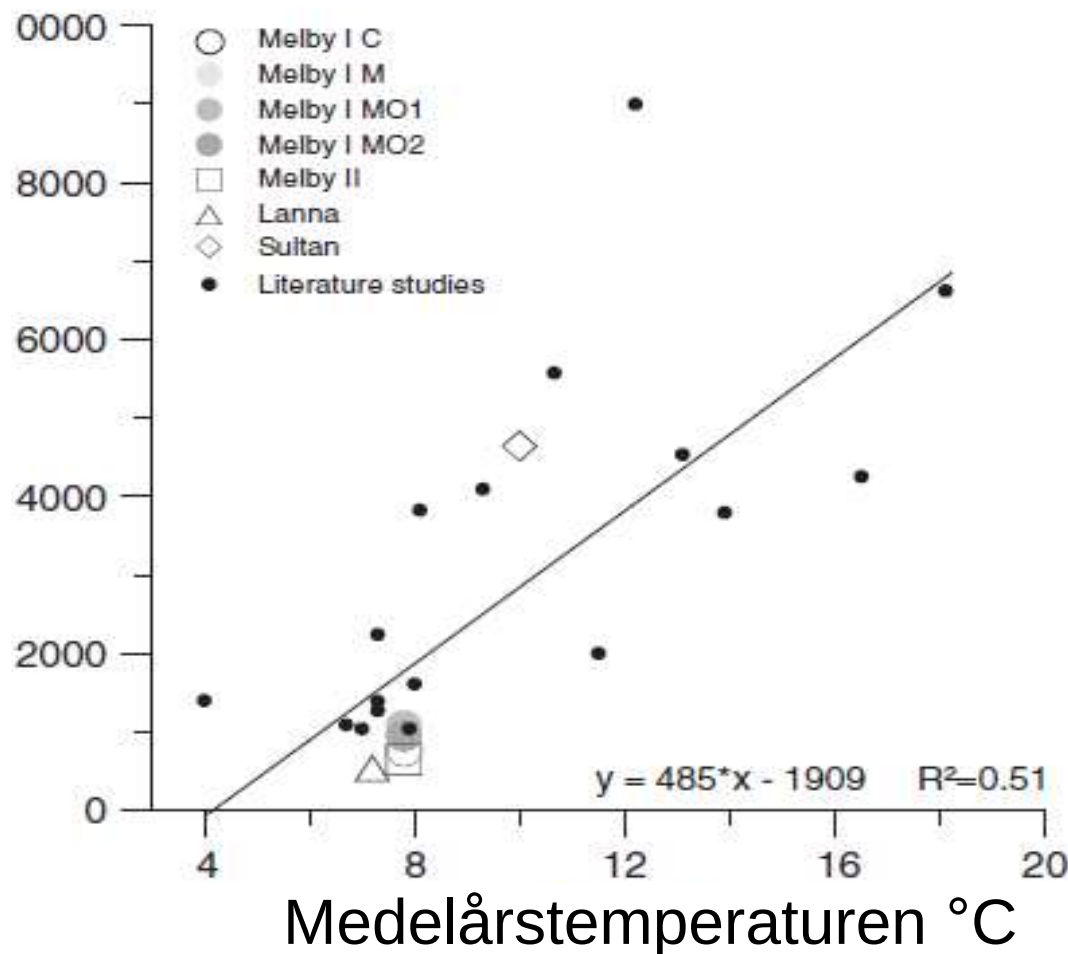
NT = direktsådd
IT = reducerad jbb
HT = intensiv jbb



Mellangrödor

Minskar kväveläckage och erosion, samt binder in kol.

Ovanjordisk biomassa kg ts ha⁻¹



Svenska LTE, 16-24 år:

0.32 ton kol inbundet för varje år med engelskt rajgräs som insådd fånggröda.

Poeplau et al. 2015 Geoderma Regional 4, 126–133

Samma resultat som i en internationell jämförelse inkluderande 139 rutor.

Poeplau and Don. 2015. Agric. Ecosyst. Environ., 200, 33–41

Komplexa odlingssystem
behöver utvecklas



Foto: Farmers weekly



Foto: Erik Ekre

Färre tillgängliga
herbicider p.g.a.
lagstiftning,
marknad eller
herbicidresistens

Radhackning för ogräskontroll, insådd klöver/gräs för konkurrens med ogräs, N-fixering, minska N-utlakning, mat till mikrober, C-inlagring m.m.

Aronsson et al. (2015) Nutrient Cycling in Agroecosystems 102, 383-396.

SLF and SLU EkoForsk



Projektet Halva ytan bearbetas (Lagerquist, Ståhl, Gunnarsson, Bergkvist)



Syfte: att optimera stråsädssekvensen vårsådd – höstsådd med hänsyn till skörd, kväveutnyttjande och ogräskontroll i ett "strip-tillage" system.

Metod/odlingssystem: Bandsådd stråsäd med breda radavstånd i kombination med radhackning och insådda mellangrödor där höstvetete etableras med radhackningsteknik.





Foto: Göran Bergkvist

Ogräskontroll utan herbicider eller intensiv jordbearbetning

Vertikalskäraren. Kverneland prototyp 2017

Bergkvist, Brandsaeter, Mangerud et al



Foto: Marcos Lana. Vertical cutting of ley at Sävvy outside Uppsala in the spring 2018



Horizontalskärare. Kverneland prototyp 2017

Brandsaeter, Mangerud, Børresen, Lundkvist med flera

- 
- Stänga systemen i tvåårscykler
- t.ex. Vårkorn och höstvetete sådda tillsammans på våren Magnuski (2003)
 - eller *Lepidium campestre* – höstvetete (Mistra Biotech)

Agroforestry

The image captures a lush agroforestry landscape. In the immediate foreground, several corn plants with vibrant green leaves and emerging tassels are in focus. Behind them, a thick canopy of diverse trees and shrubs fills the middle ground, with some sunlight filtering through the leaves. In the far background, a range of blue-toned mountains is visible under a clear sky. The overall scene illustrates the integration of agriculture and forestry.

Photo: La Nguyen ICRAF

Ettåriga vs fleråriga spannmål

+ Avkastningsindex 0.4 - 0.55, flexibla etc.

- Näringsförluster, bördighetsrisker, resurskrävande etc.

+ Stor biomassa, bördighet, energi och näringseffektiva, C-inlagring etc.

- Avkastningsindex < 0.15 etc.



Understödjande fleråriga grödor tillsammans med ettåriga grödor



Bergkvist, 2003a



Bergkvist, 2003b

Slutsatser

- Höstsäd, majs, sojaböner och lupin är grödor som kan bli intressantare i varmare och torrare klimat
- Samhällets krav påverkar framtidens odlingssystem
- Att stänga systemet minskar klimatpåverkan och gör systemet mindre beroende av insatsmedel
- Idisslare och vallar behöver ut på slätten - fördela djuren
- Var rädd om pesticiderna – behandla som antibiotika



Tack för uppmärksamheten!

21 Sep, 2018 Appell, Ängelholm

Foto: Göran Bergkvist