



SCIENCE AND
EDUCATION **FOR**
SUSTAINABLE
LIFE



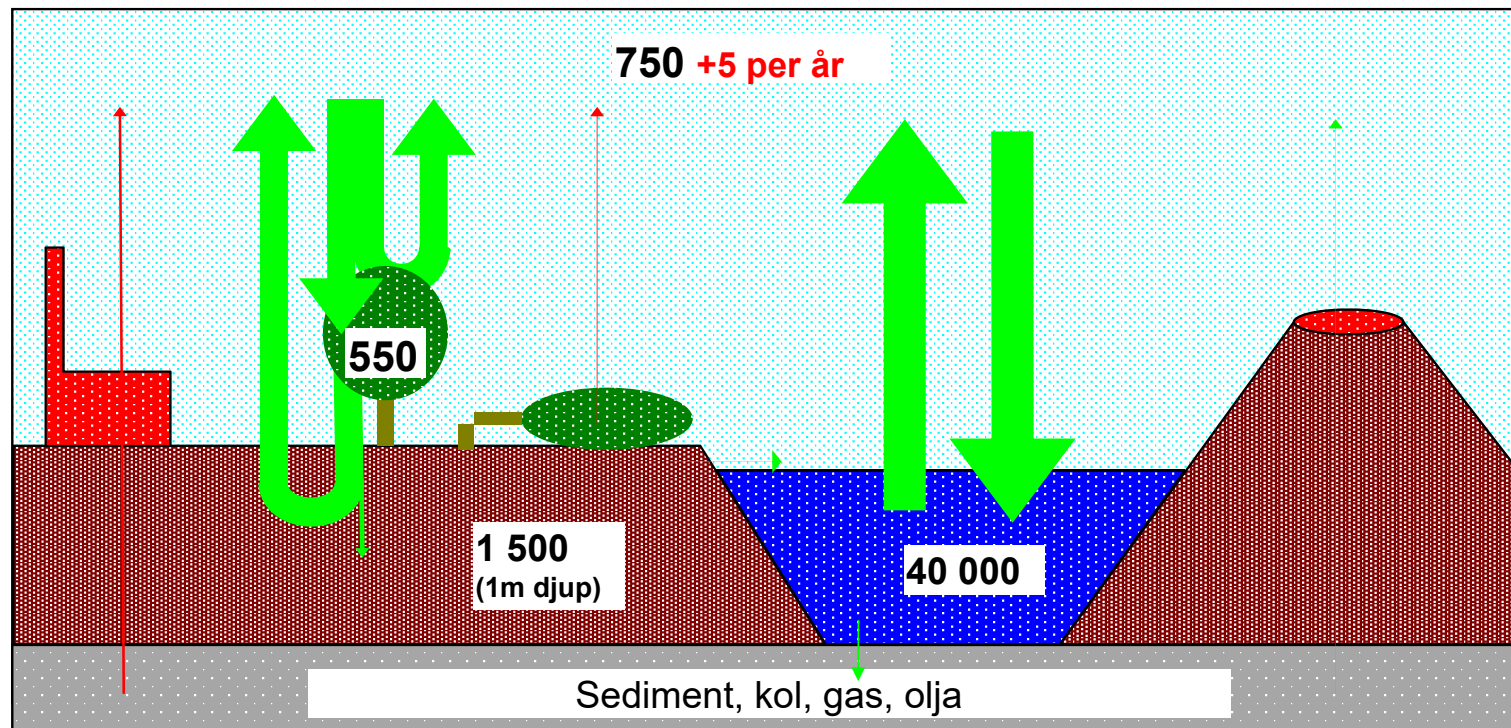
Växtföljdens och jordbearbetningens påverkan på kolinlagringen

Växjö 8 dec 2021

Thomas Kätterer, SLU

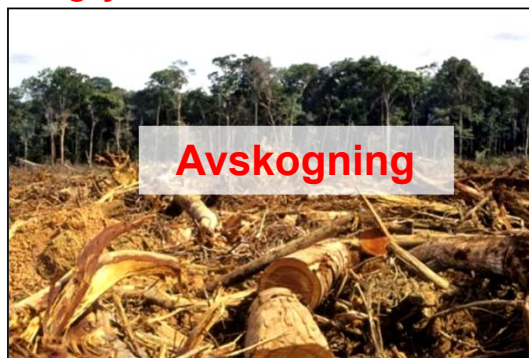


Marken spelar en central roll i den globala kolcykeln (Pg C; miljarder ton)



Antropogena källor och sänkor av CO₂

5,7 Pg/yr; 14%



34,4 Pg/yr; 86% +



18,6 Pg/yr

46%



12,5 Pg/yr

31%



9,2 Pg/yr

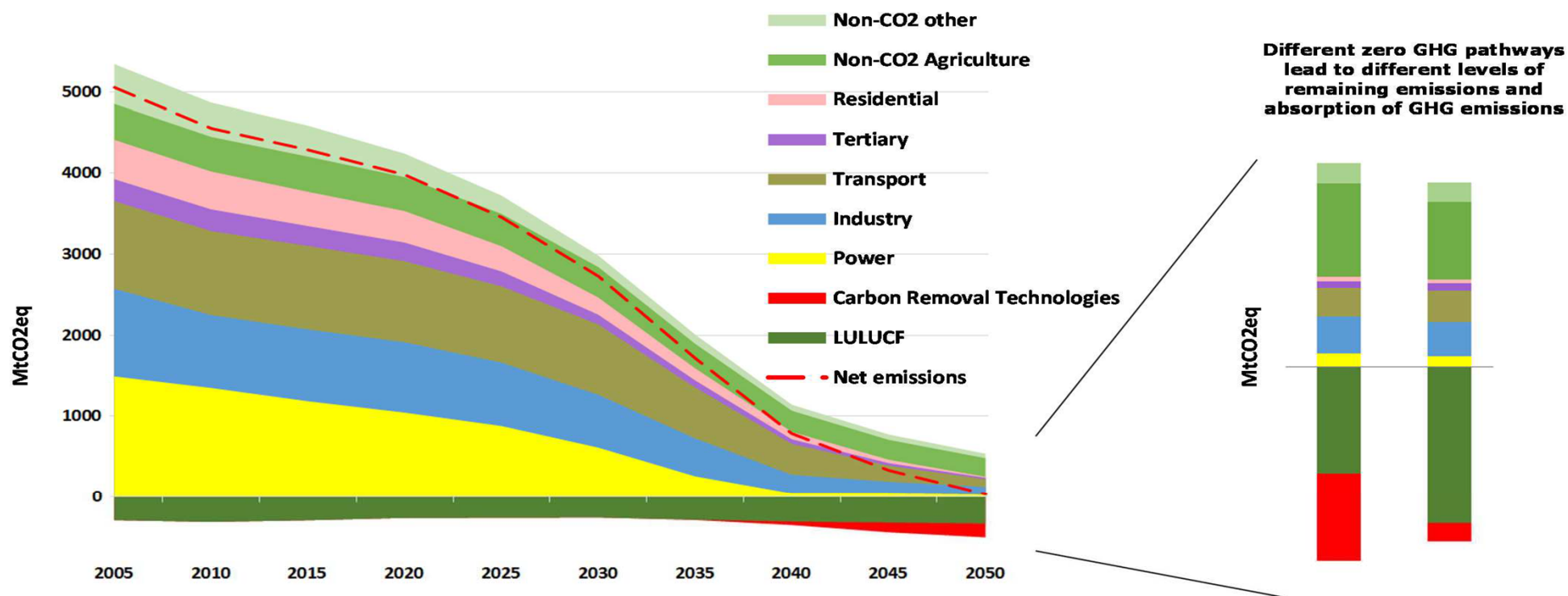
23%



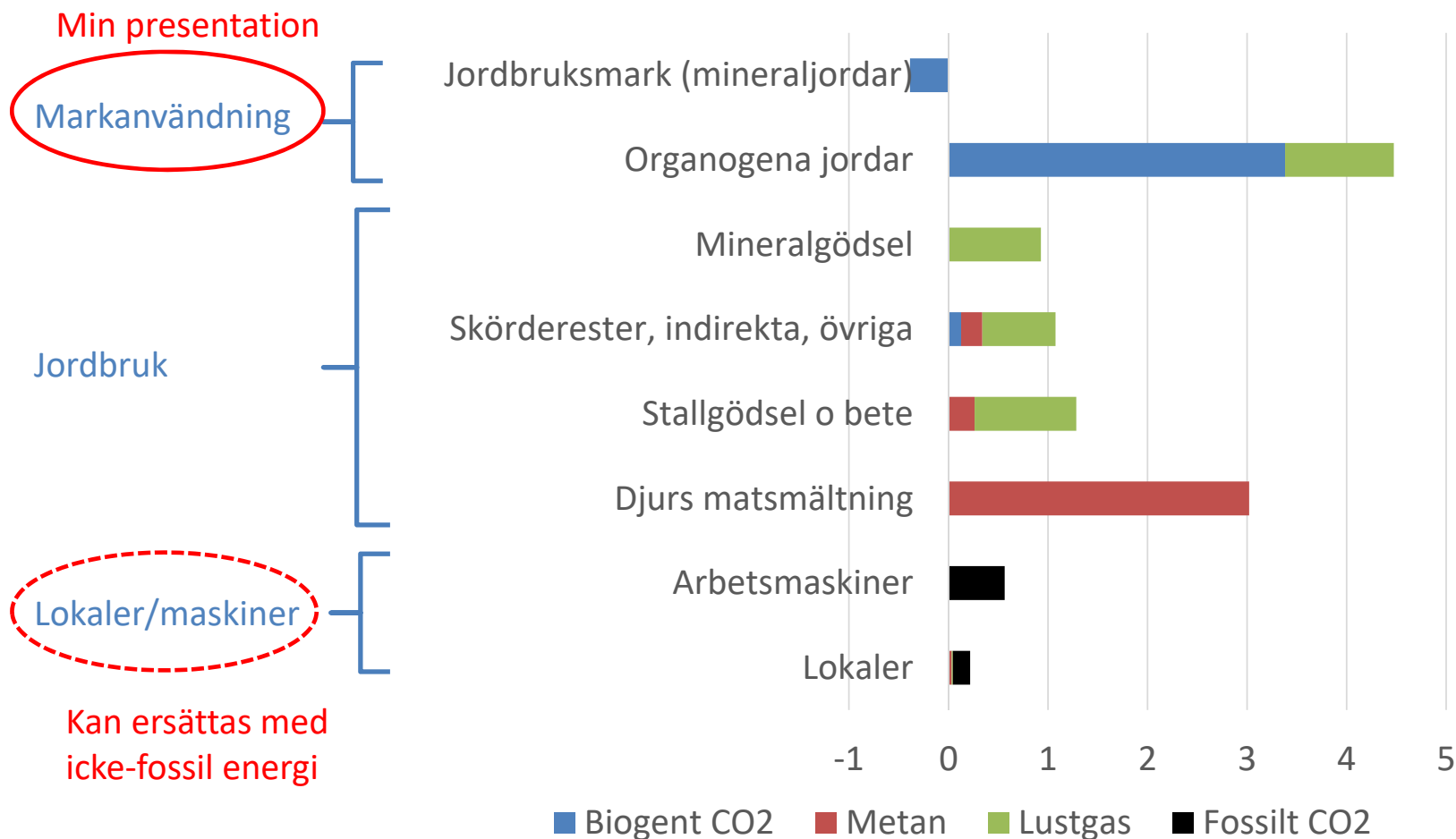
Budget Imbalance: 0,4%
(the difference between estimated sources & sinks)

Source: ; Source: [Friedlingstein et al 2020](#); [Global Carbon Budget 2020](#)

Vision for a Clean Europe by 2050

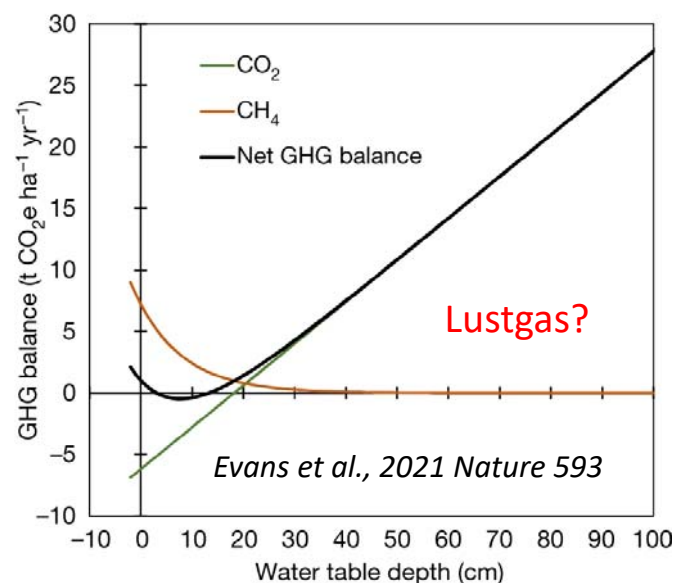
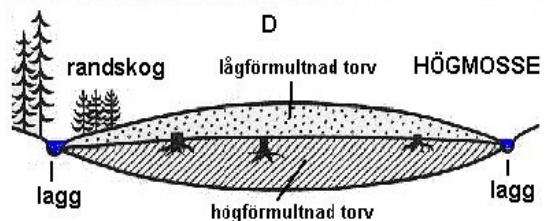
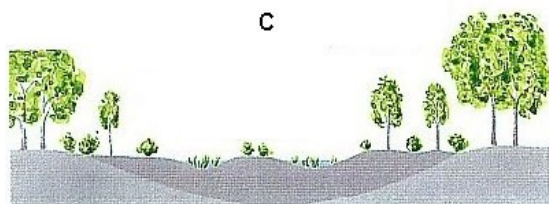
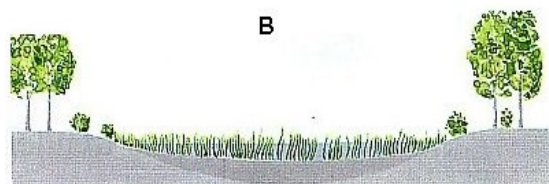
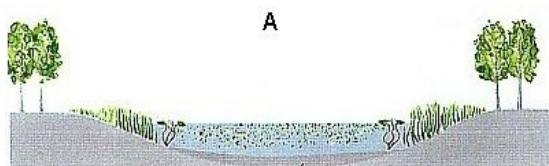


Det svenska jordbrukets territoriella utsläpp av klimatgaser 2017 (11 Miljoner ton CO2-ekv) enligt rådande redovisningsregler, 22% av totalt



Organogena/mulljordar är en stor källa för växthusgaser

Ca. 7% av jordbruksmarken

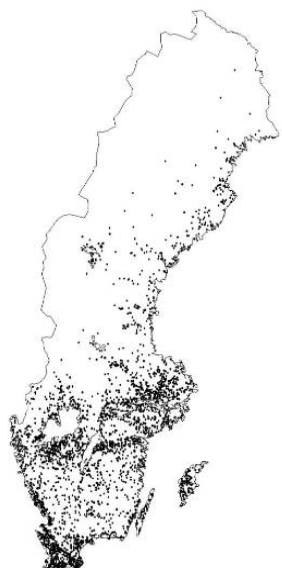


Subsidens,
bortodling,
Bälinge: >2 m
under 100 år

Möjliga åtgärder:

- Högre grundvattenstånd
- Våtmarker/dammar på lågproduktiva marker
- Hög produktion på bördiga marker

Kolhalten ökar i svensk jordbruksmark på mineraljord



Markinventering:

I (1988-97),

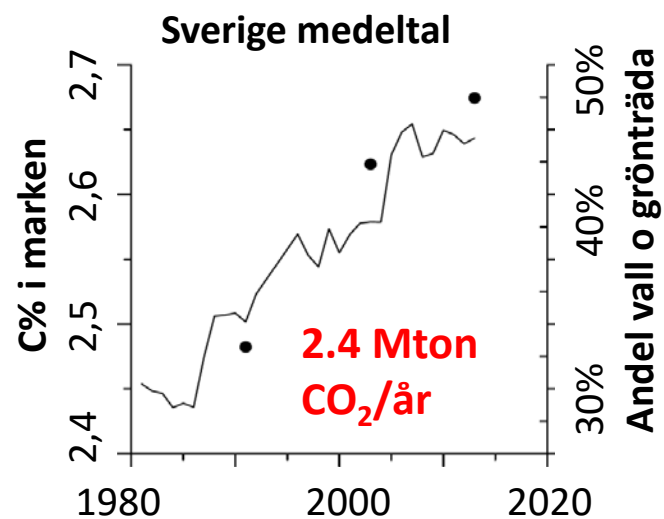
II (2001-07),

III (2010-17)

Förklaringar

Mera vall

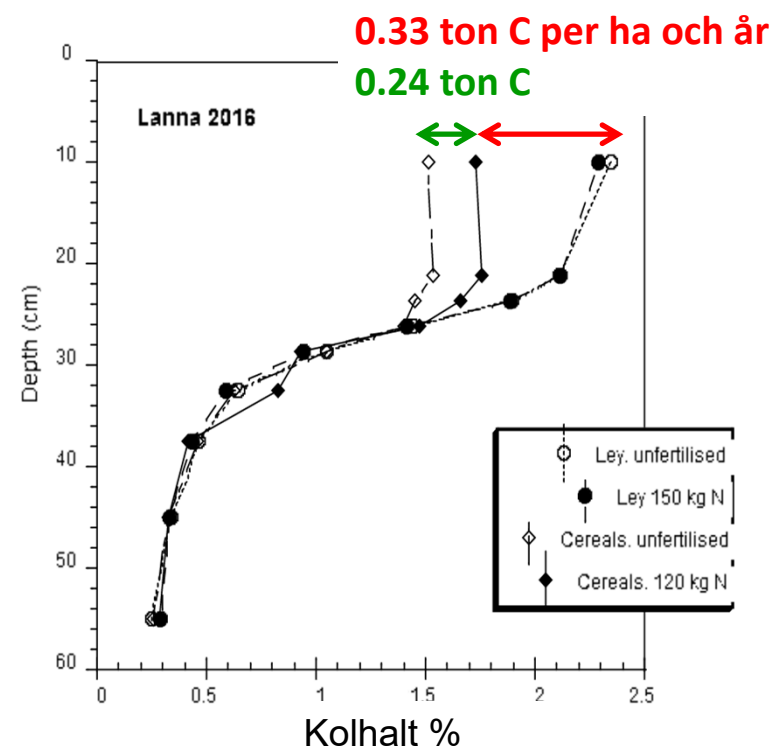
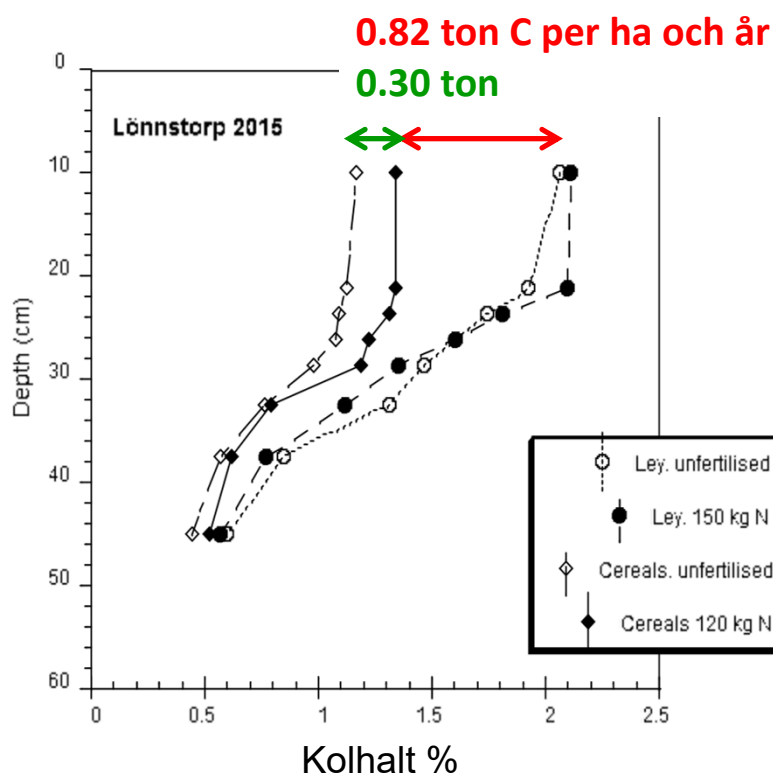
Mera höstsäd, mindre vårsäd



Effekt av 35 års långvarig vall jämfört med kontinuerlig stråsäd med och utan mineralkväve

Effekt av växtföljd: vall vs. gödslad stråsäd

Effekt av kvävegödsling i stråsäd monokultur



Inlagringenspotentialen (särskilt i alven) skiljer sig mellan platserna (Börjesson et al., 2018 BFS)

Varför ökar kolinlagringen i vallar?

Kernza (vetegräs)

vete



Photo by Jim Richardson, Land Institute, Salina, Kansas; Glover et al., 2010 AGEE

Majs

Välldränerad

Vattensjuk



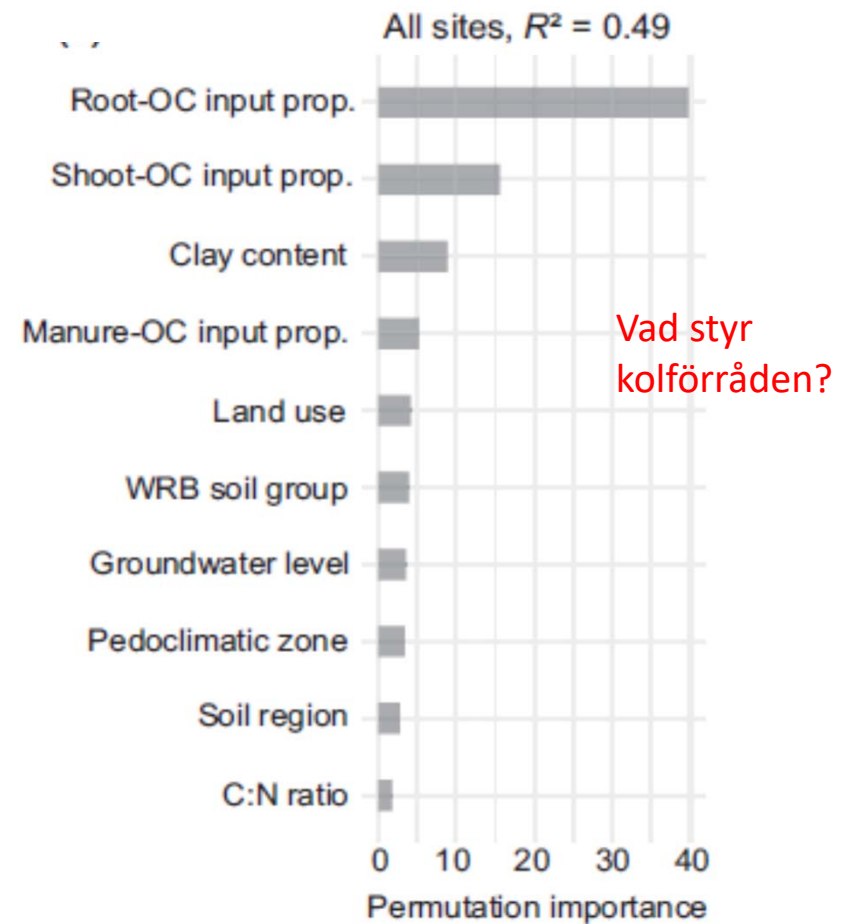
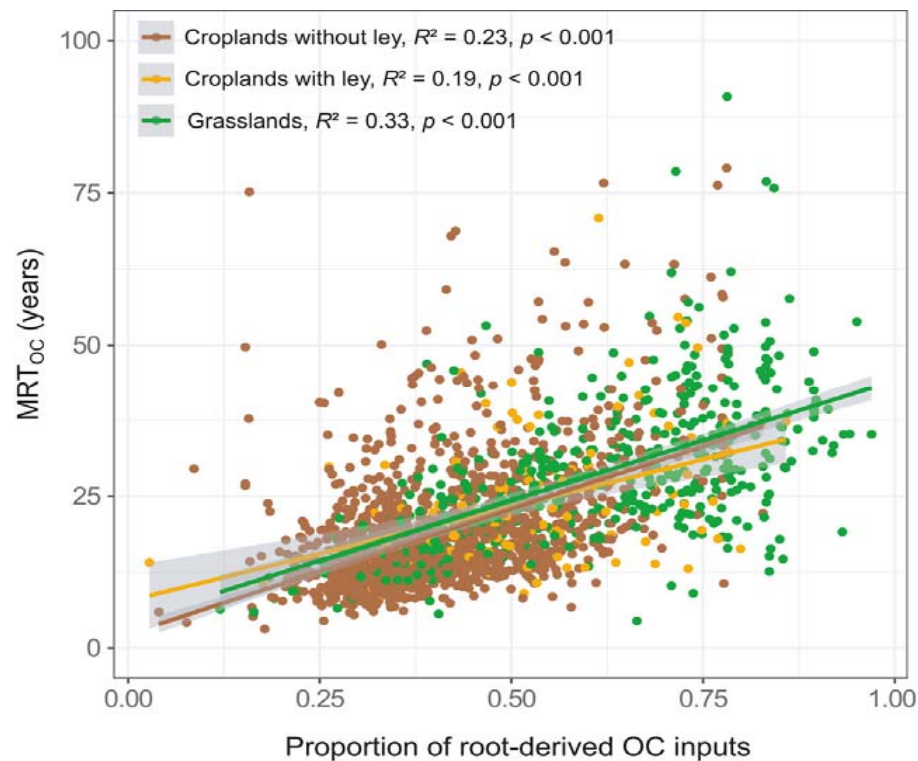
Rotsystemets arkitektur styrs
av genetiken och miljön
(vatten, näring, temperatur,
markpackning m.m.)

Rich & Watt 2013 J Exp Bot 64

Den genomsnittliga uppehållstiden av kol från rötter är större än den från ovanjordiska skörderester

(2100 provpunkter i Tyskland: *Poeplau et al., GCB 2021 DOI: 10.1111/gcb.15787*)

$$\text{Genomsnittlig uppehållstid (MRT)} = \frac{\text{Kolförrådet}}{\text{Årlig C tillförsel}}$$



Mellangrödor, agroforestry, energiskog och permanenta kantzoner fångar kväve och kol och minskar erosionen

Svenska försök med rajgräs som fånggröda (16-24 år): 0,3 ton kolinlagring per hektar och år

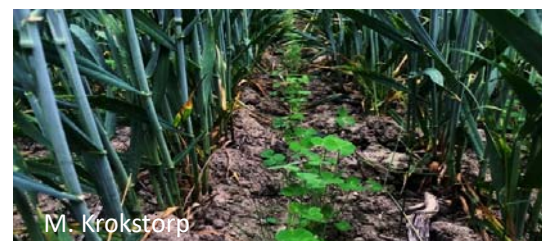
Poeplau et al., Geoderma Regional 2015

Global meta-analys, 543 studier med mellangrödor: 0,56 ton C per hektar och år (*Jian et al. 2020 SBB 143,107735*)

Risk för ökad lustgasavgång pga. fånggrödor i vissa studier: Ca 0.15 ton CO₂eq enligt danska försök
(*Duan et al. (2018) Front. Microbiol. 9:2629*)

Ökad Albedo (markytans reflektion av solstrålning) – direkt kylning av atmosfären

Lugato et al 2020 Environ. Res. Lett. 15 094075





Undivk barmark!



Vid Vättern



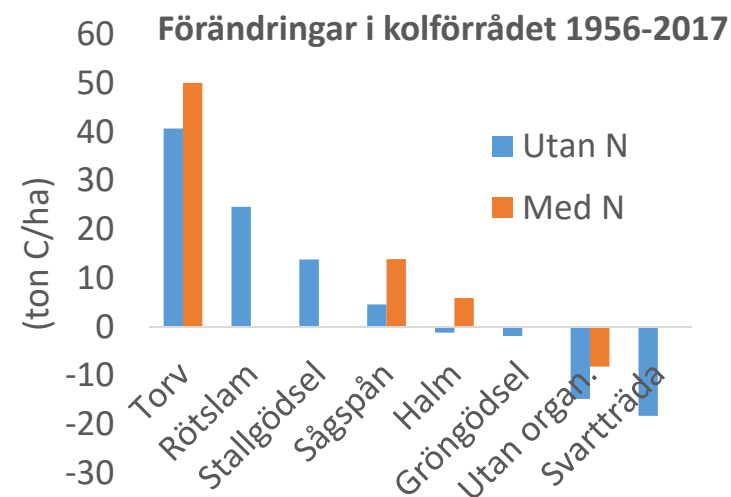
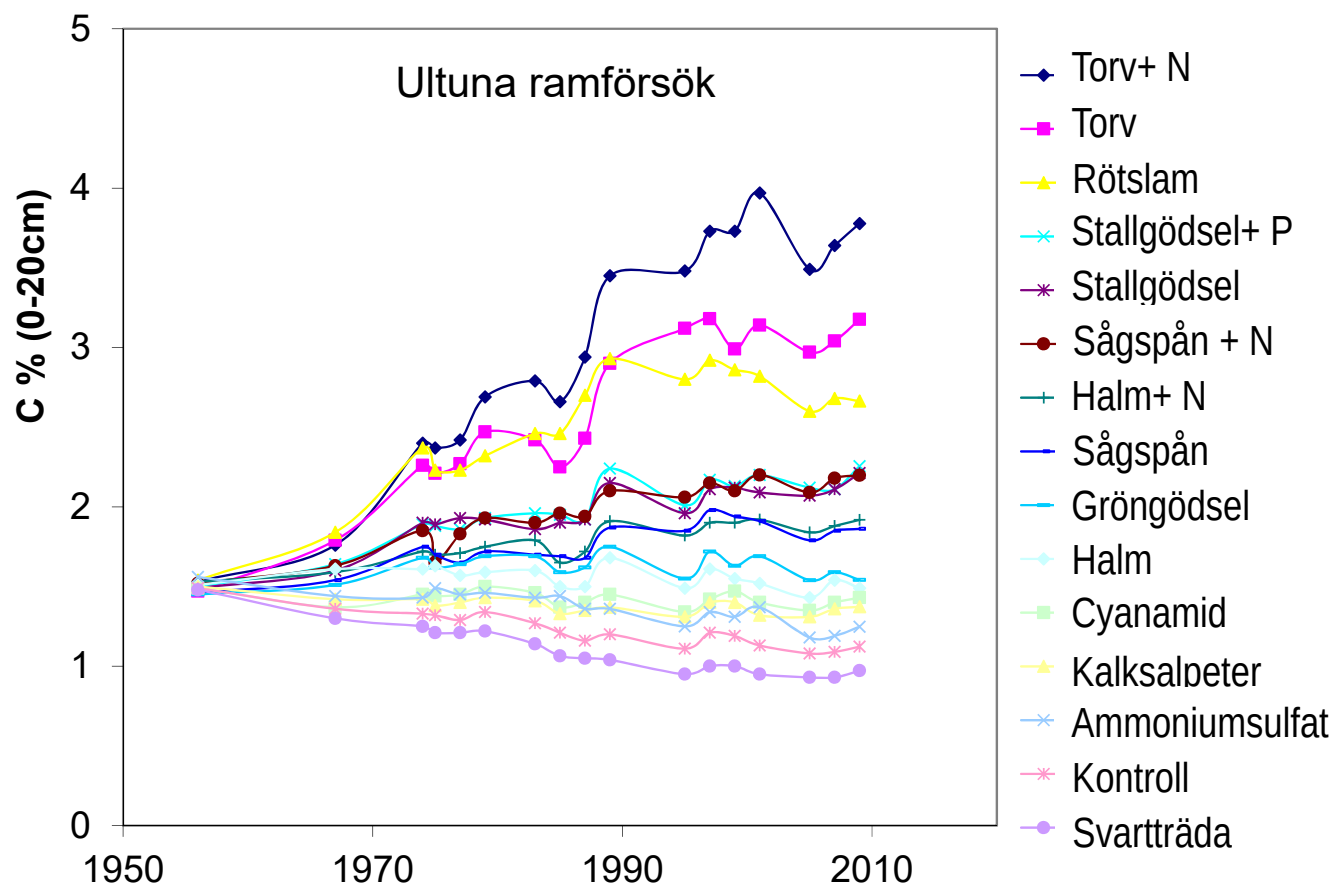
Uppland



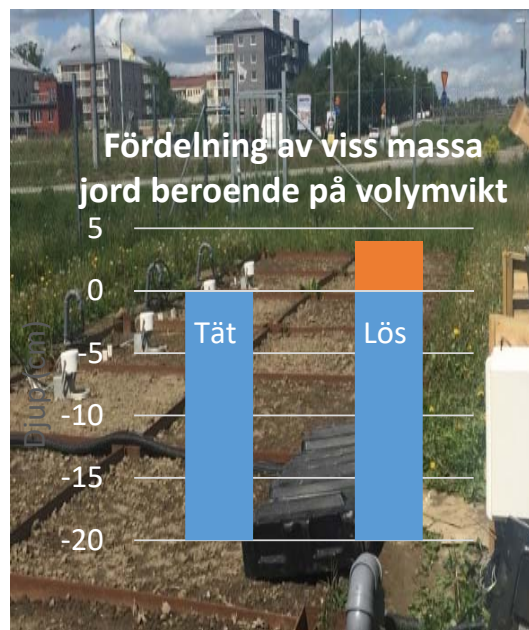
Skåne

Långliggande försök är viktiga för att kvantifiera effekten av olika skötselåtgärder

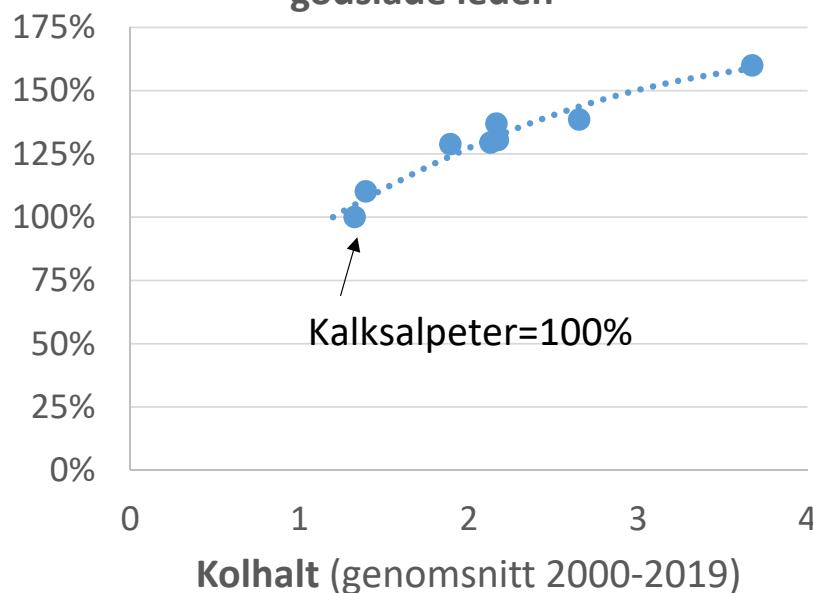
Samma mängd kol (4 ton C/ha vartannat år) tillförs i Ramförsöket i olika former



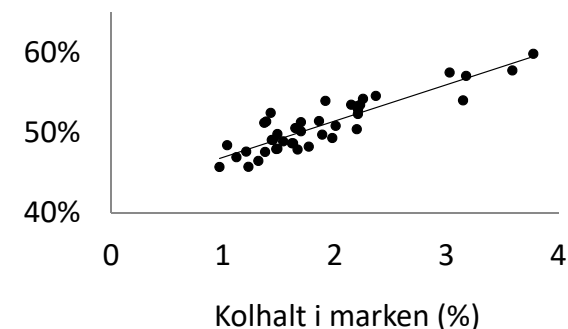
Bördigheten ökar med kolhalten i Ramförsöket på Ultuna



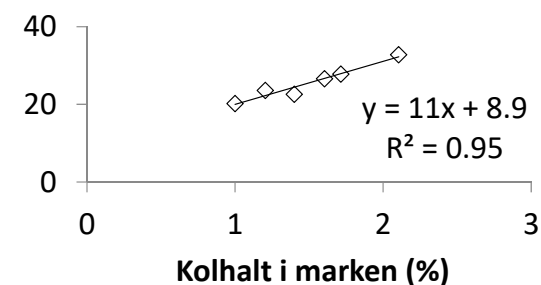
Majsskördar 2000-2019 i de N-gödslade leden



Markens porositet (0-20cm)



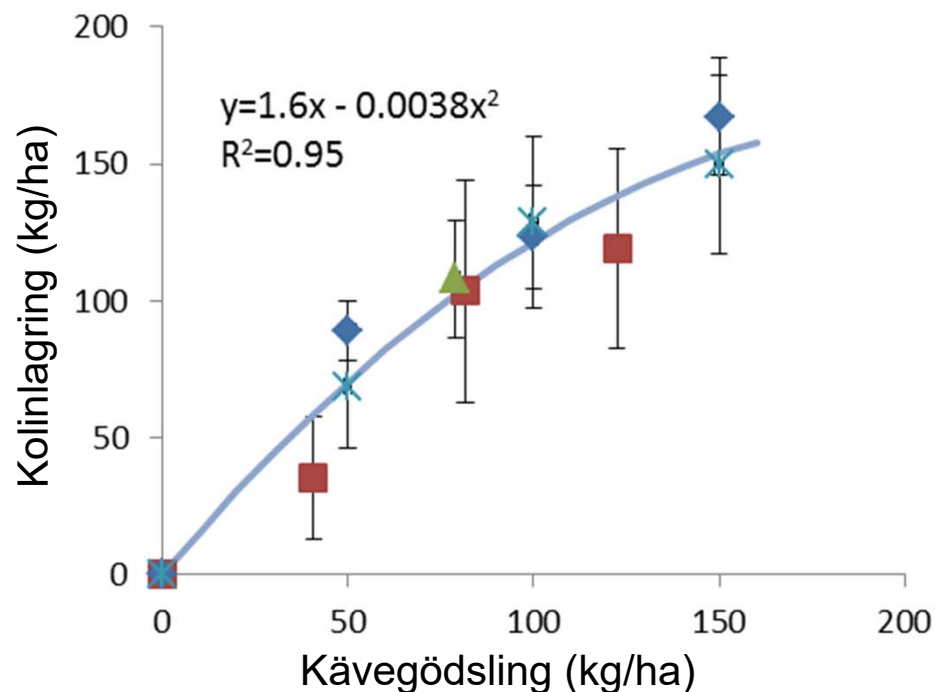
Växttillgänglig vatten (mm) i 0-20cm



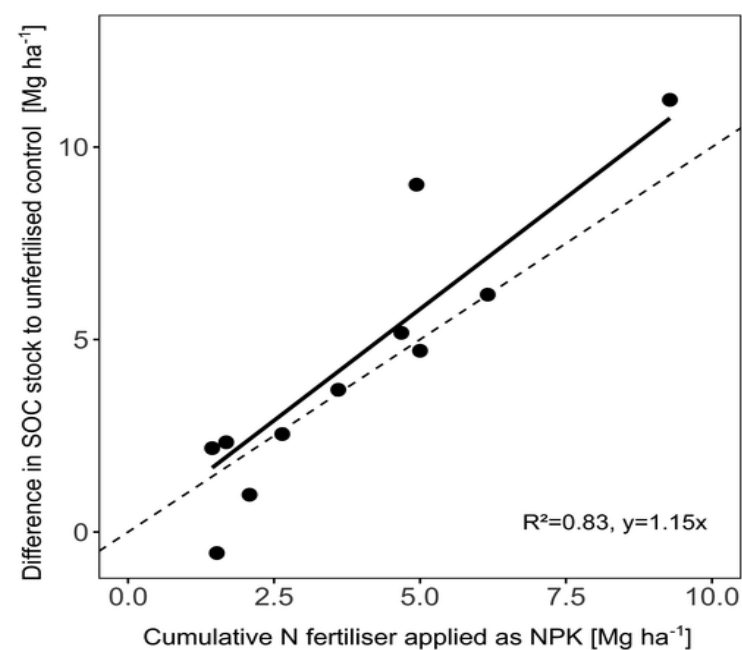
- 23% skördeökning om kolhalten ökar med 1 procentenhet
- Växttillgänglig vatten ökade med 11 mm när kolhalten ökade med 1 procentenhet
- Enbart 2,3 mm ökning av växttillgänglig vatten per procentenhet ökning av C enligt en global meta-analys (Minasny & McBratney, 2018 EJSS 69, 39–47) som dock inte tar hänsyn till volymökningen av jorden pga. lägre volymvikt som leder till att markytan höjs.

Kolinlagring gynnas av hög produktion

Resultat från 16 långliggande försök med ettåriga växter
Kätterer et al., 2012 Acta Agric. Scand.



Europeiska gäsmarker
Poeplau 2021 Grass and Forage Science 76, 186-195

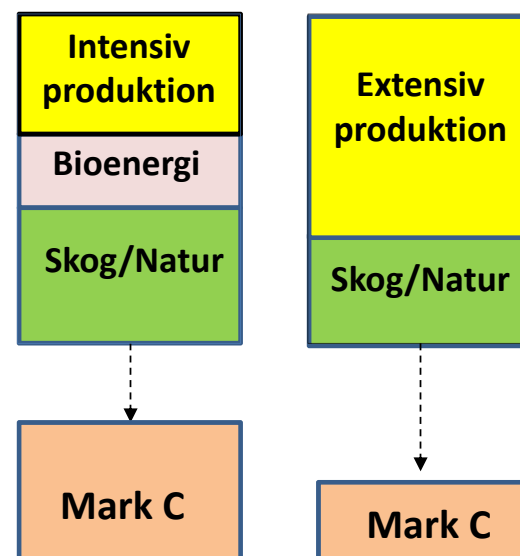


Tumregel: Varje kilo N höjer kolförrådet i marken med ca 1 kg C i matjorden (0-20 cm) i både ettåriga och fleråriga grödor

Låga skördar ökar arealbehovet och driver på avskogning, dvs. och lägre kolförråd lokalt och även någon annanstans



Arealbehov för att producera en viss mängd

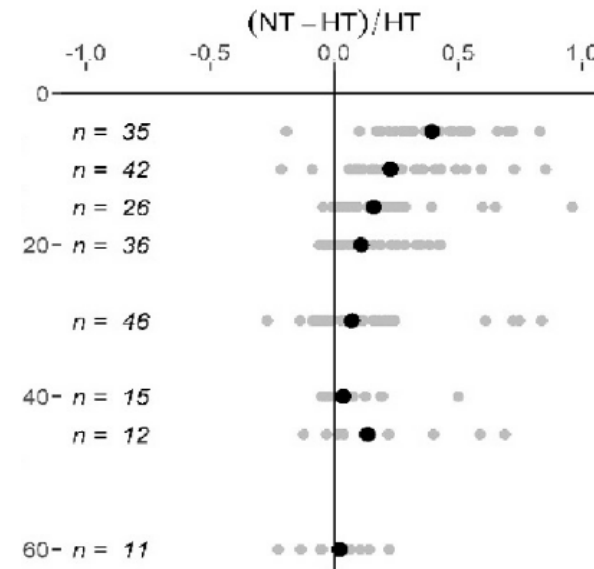
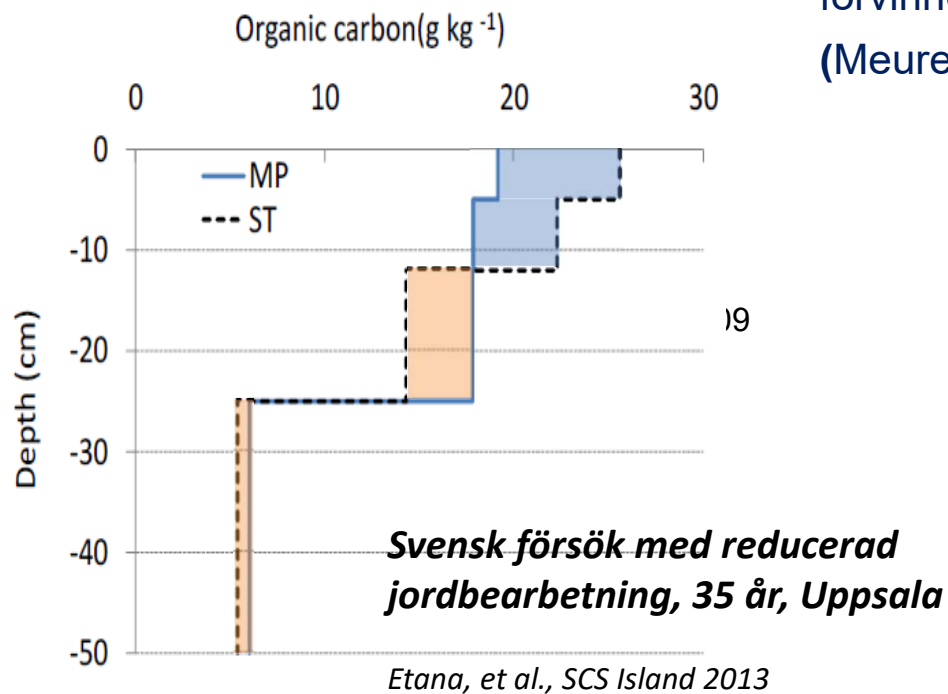


Hur påverkas kolförrådet av reducerad jordbearbetning?



351 studier >10 år (Haddaway et al. 2017 Environ. Evid. 6:30):
4.6 ton C/ha (0.78-8.43) högre kolförråd i matjorden (0-30 cm) under
plöjningsfri jämfört med plöjning

101 studier av dessa som rapporterade även volymvikter på olika
djup visar att den kummulativa effekten av reducerad jordbearbetning
förvinner nästan när man tar hänsyn till minskningen i alven
(Meurer et al. 2018 Earth-Science Reviews 177:613-622)f



Stor variation
mellan studier!

Djupplöjning till 1 meter i Tyskland



Djupplöjning ledde till 42% högre kolförråd efter 45 år i genomsnitt över 10 platser

Alcantara et al., GCB 2016

Liknande resultat från Nya Zeeland (Schiedung et al., 2019. GCB 25, 2296–2309)

Stora osäkerheter hur jordbearbetning och djupbearbetning påverkar på olika platser

Kolinlagring – medeltal – global litteraturgenomgång

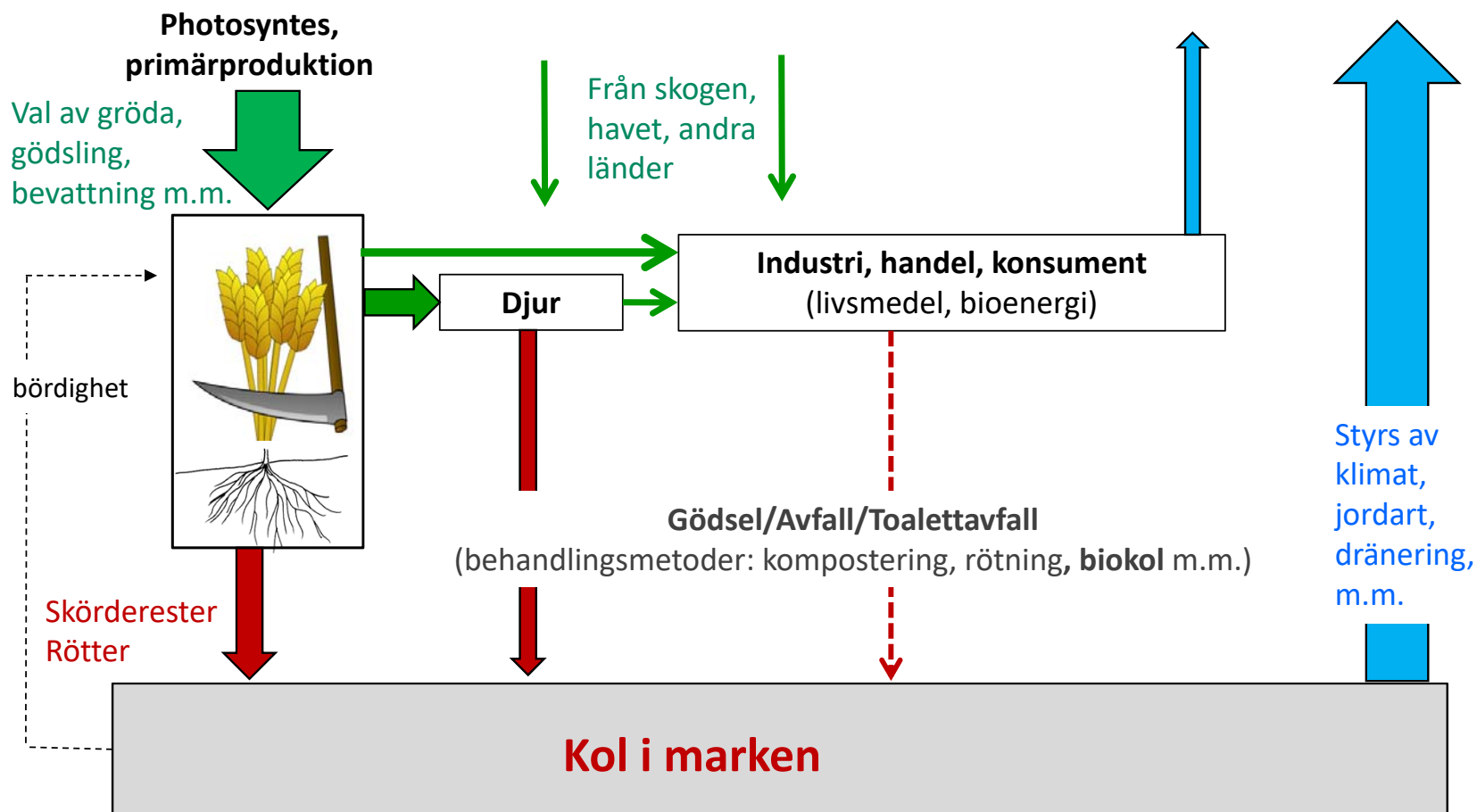
(Bolinder et al., 2020 <https://doi.org/10.1007/s11027-020-09916-3>)

	Antal försök	C inlagring (ton/ha/år)
Fleråriga jämfört med ettårig grödor	15	0.5
Organiska restprodukter*	217	0.4
Fång-/mellangrödor	176	0.3
N-gödsling jämfört men ogödslad	183	0.2
Skörderester lämnas	279	0.1
Plöjningsfri/reducerad jorbearbetning	101	<0.1

*gäller fältnivå, men kan inte skalas upp eftersom mängden restprodukter är begränsad (t.ex. stallgödsel)

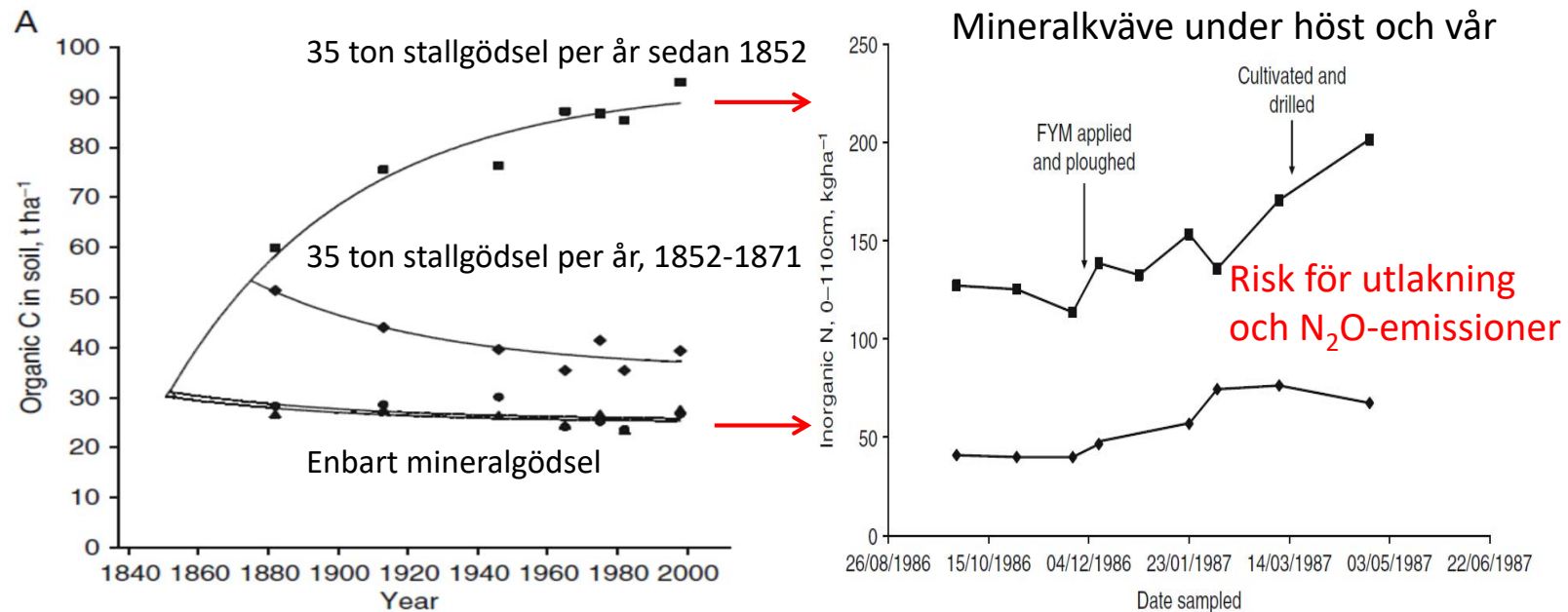
**Stor variation mellan enskilda studier –
forskning pågår för att förstå mekanismerna som påverkar stabiliseringen av kol i marken**

Markens kolbalans kan påverkas, främst genom primärproduktion



Kolinlagringen avtar med tiden och ökar risken för N förluster

Hoosfield Continuous Barley, Rothamsted



- Jämvikt nås efter mera än 150 år i vårt klimat
- Höga mullhalter ökar risken för kväveläckage och lustgasemissioner
- Risken kan hanteras med t.ex. mellangrödor

Johnston m.fl., 2009; Powlson et al, 1989

Sammanfattning

- Kolinlagring pågår i svenska mineraljordar
- Mulljordar släpper ut CO₂ och lustgas - högre grundvatten minskar emissionerna
- Permanent grön mark för bättre bördighet och klimatet
- Uthållig intensifiering för minskad avskogning
- Risken för ökande lustgasutsläpp och utlakning måste beaktas
- Växtförädling, teknikutveckling, FoU och rådgivning

Tack för uppmärksamheten!

Tack till mina kollegor som har bidragit, särskilt Martin Bolinder, Christopher Poeplau, Holger Kirchmann, Gunnar Börjesson

Tack till våra finansiärer, främst EU, Formas och SLF



SCIENCE AND
EDUCATION
**FOR
SUSTAINABLE
LIFE**