

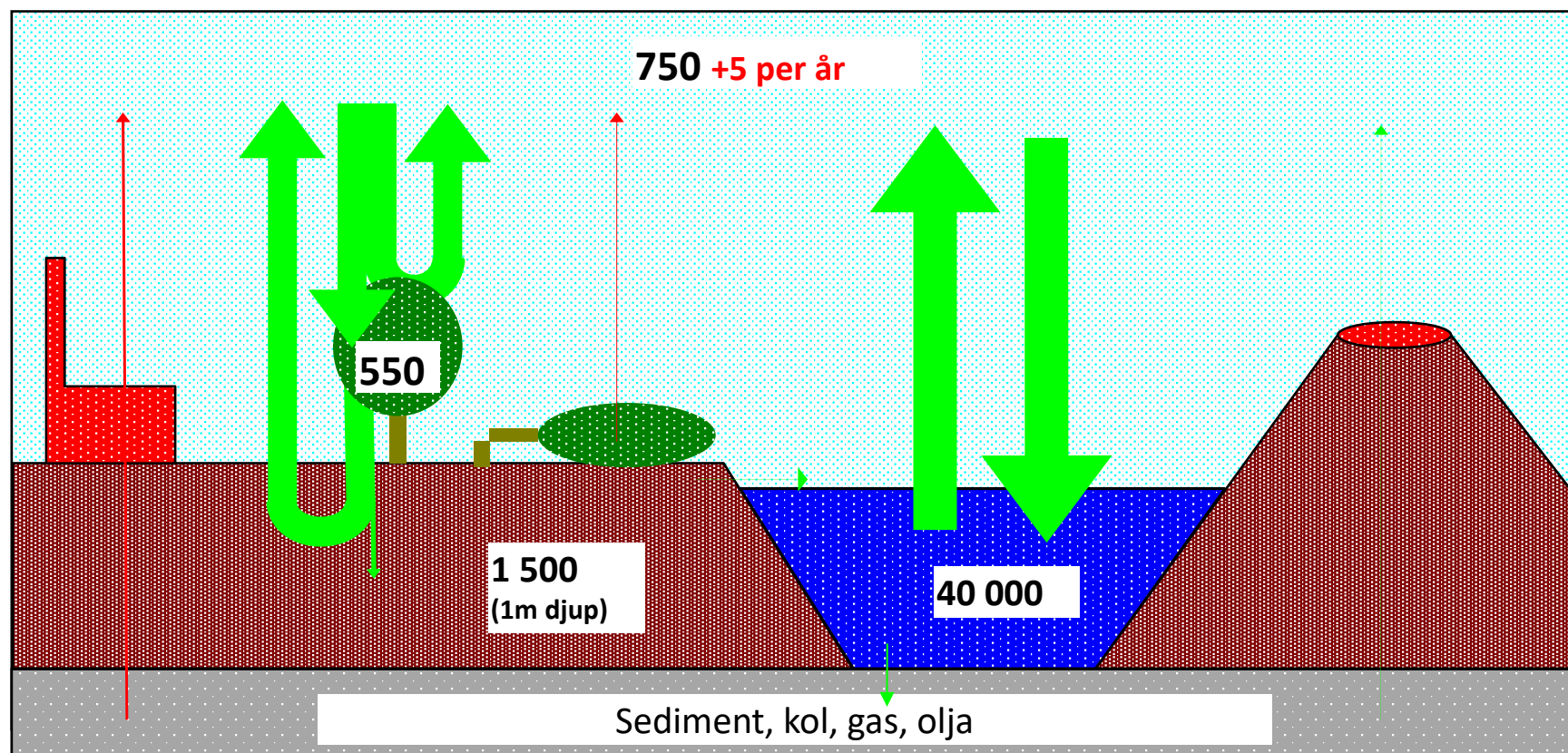
Kolinlagring i jordbruksmark



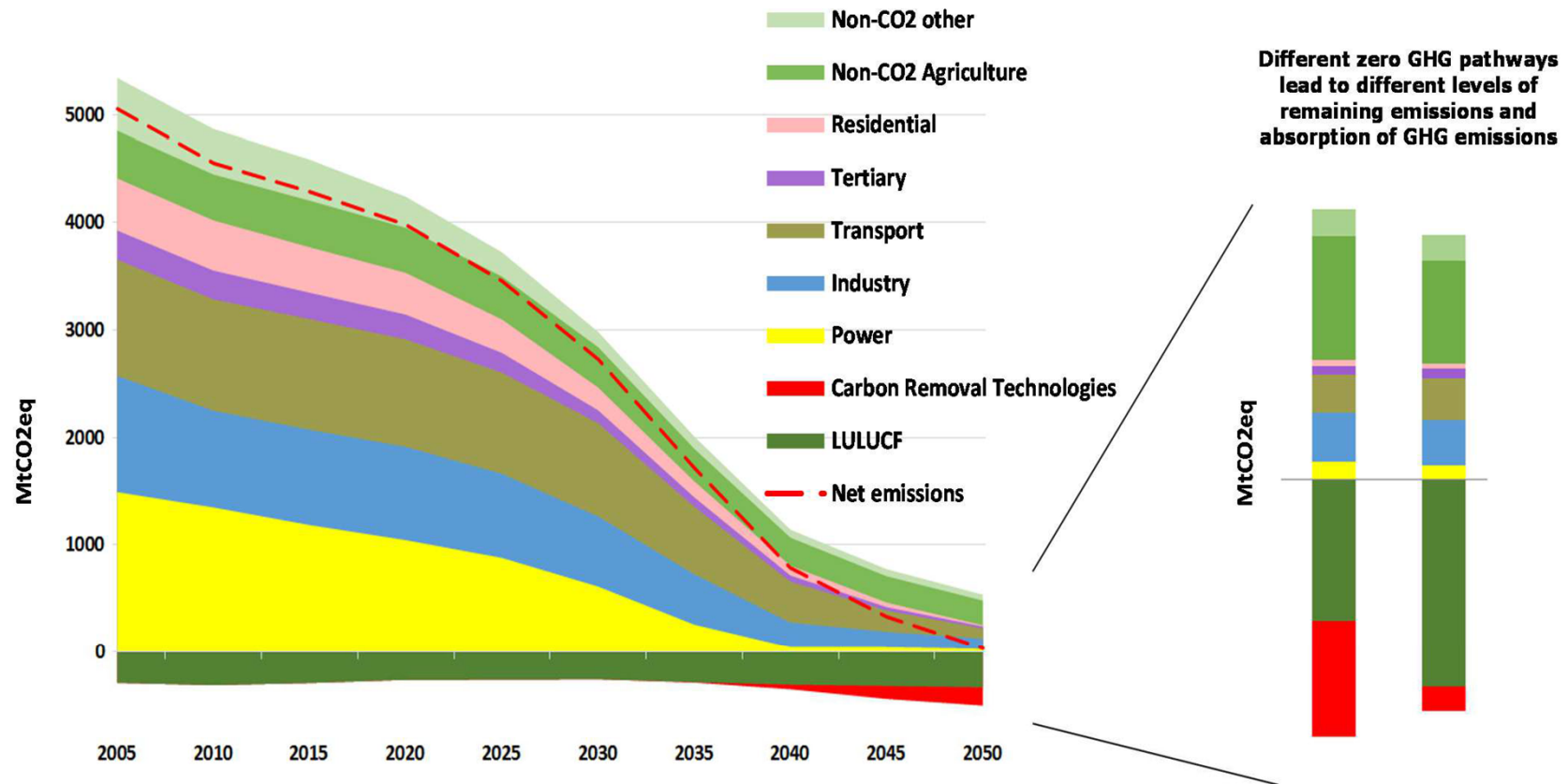
Thomas Kätterer
Sveriges Lantbruksuniversitet
Ekotankesmedja 17 mars 2021



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



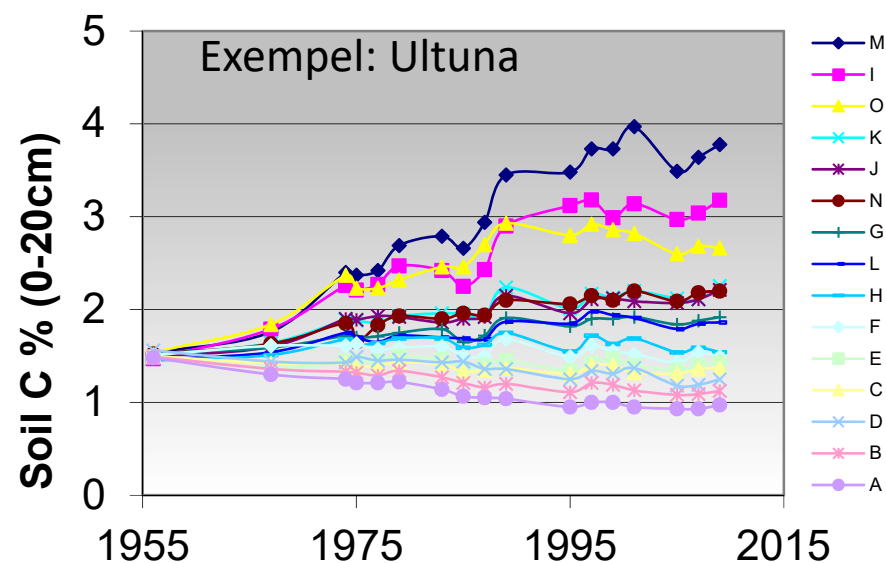
Vision for a Clean Europe by 2050



Markens kolhalt ändras långsamt. Långliggande fältförsök och återkommande markinventeringar är därför viktiga för att kvantifiera effekten av odlingsåtgärder

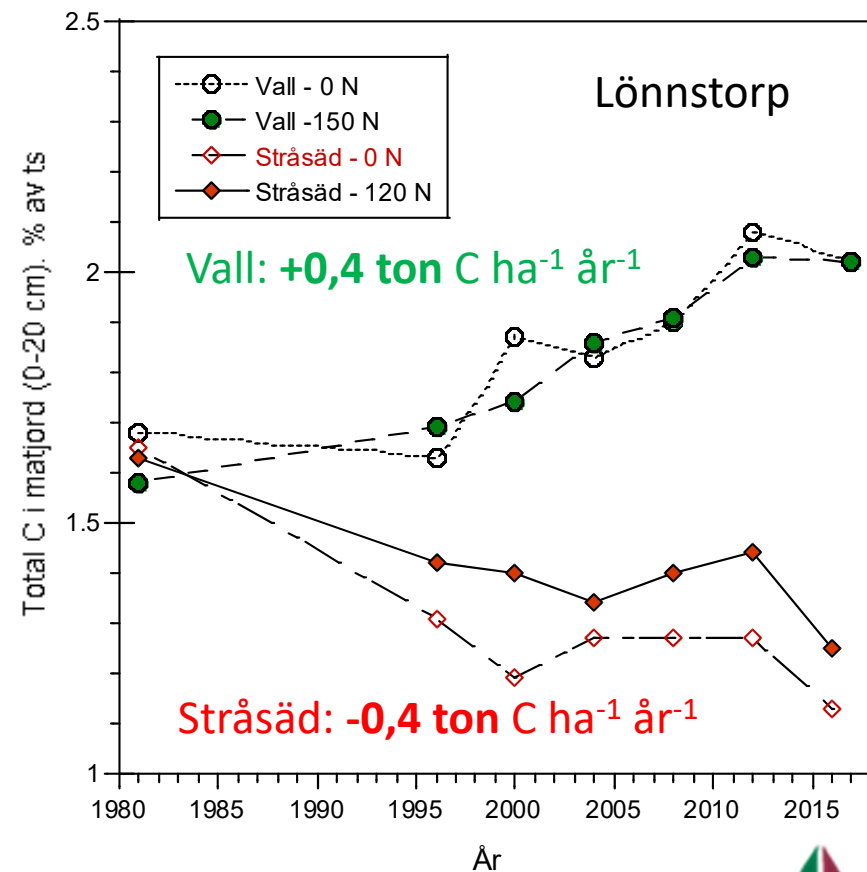
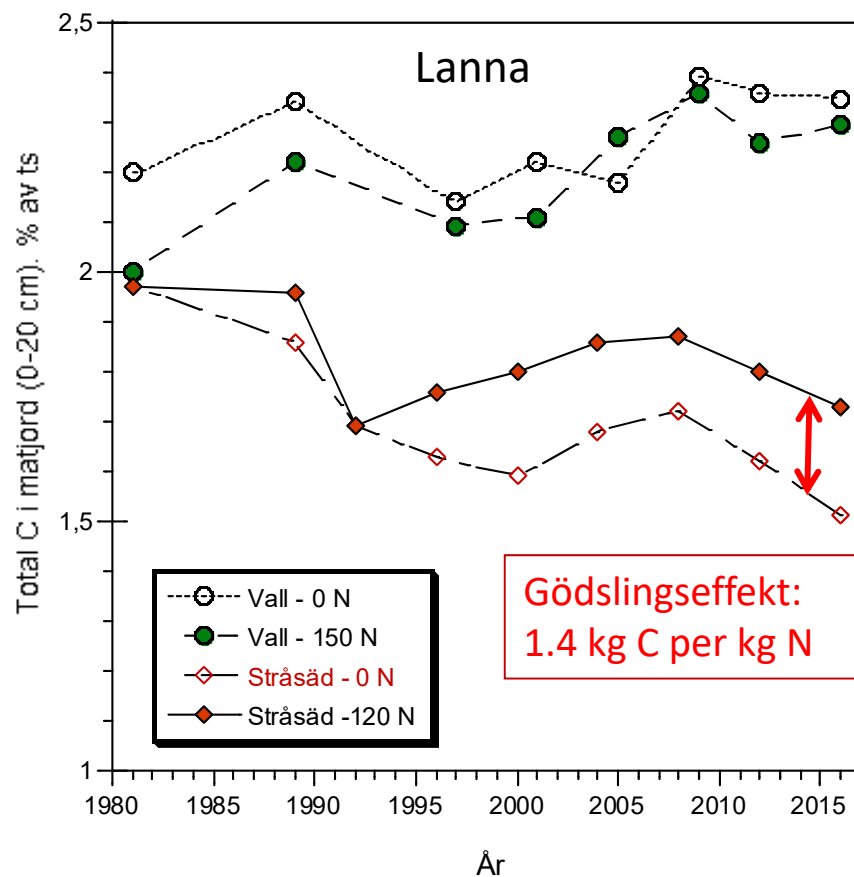


- Ungefär 50 försök > 20 år
- Effekter av gödsling, kalkning, växtföljder, jordbearbetning, m.m.
- Viktiga för kalibrering och validering av modeller

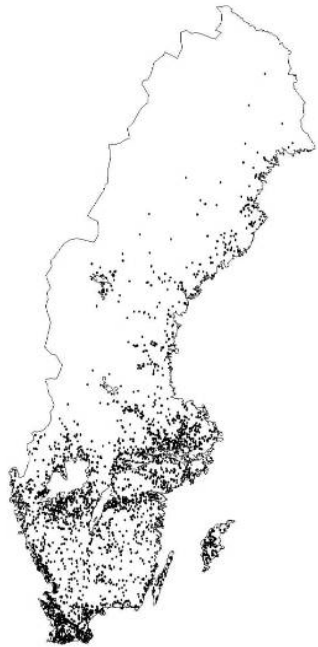


Humusbalansförsöken: långvarig vall (korn+insådd vart fjärde år) jämfört med kontinuerlig stråsäd, 4 N-nivåer

Förändring av kolhalten i matjorden under 35 år



Börjesson et al., 2018 BFS



Markinventering:

I (1988-97),
II (2001-07),
III (2010-17)

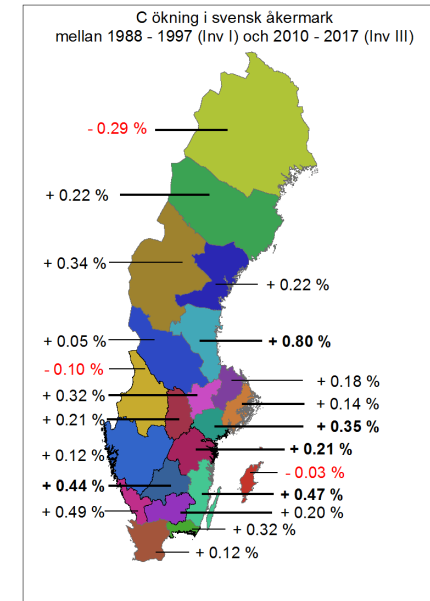
Kol i svensk jordbruksmark

Poeplau et al. 2015 Biogeosciences 12: 3241–3251

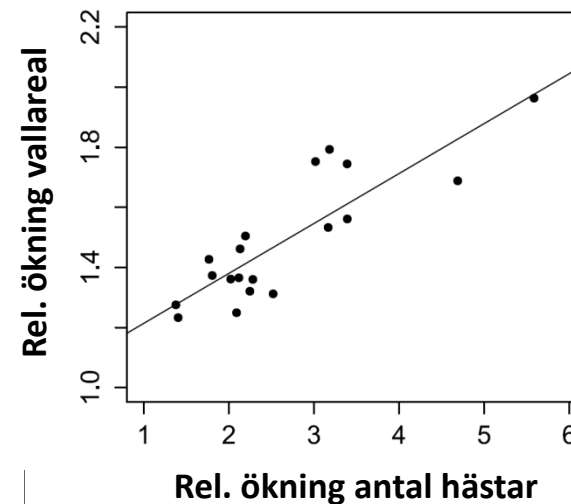
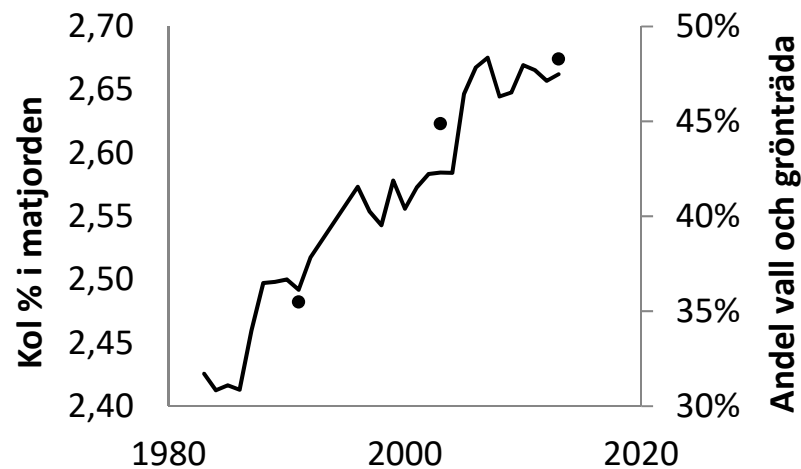
Förändring under

ca 25 år:

**Signifikant ökning
i 5 län**



Sverige medeltal



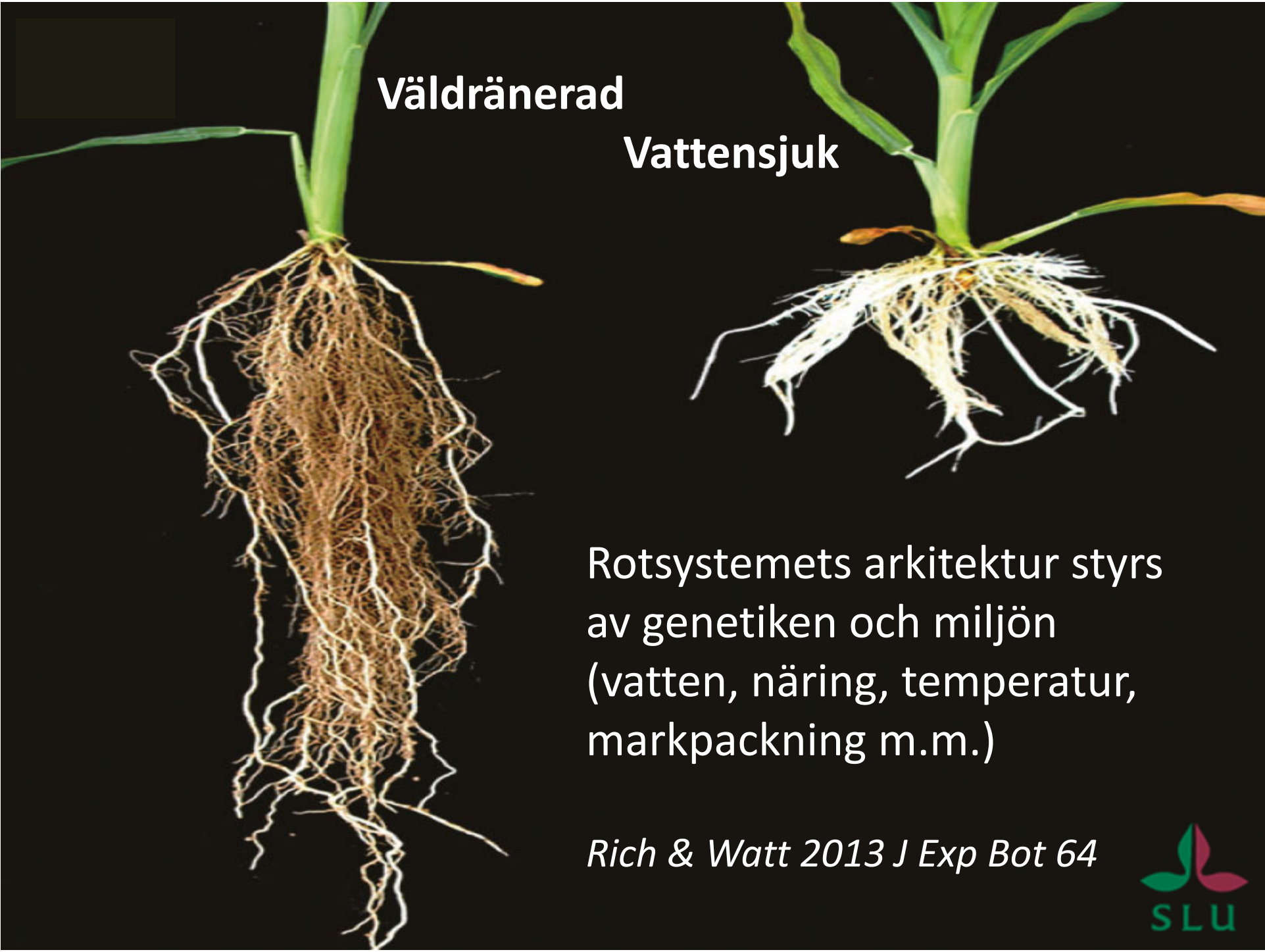
Varför ökar kolinlagringen i vallar?

Kernza (vetegräs)

vete



Photo by Jim Richardson, Land Institute, Salina, Kansas



Välldränerad

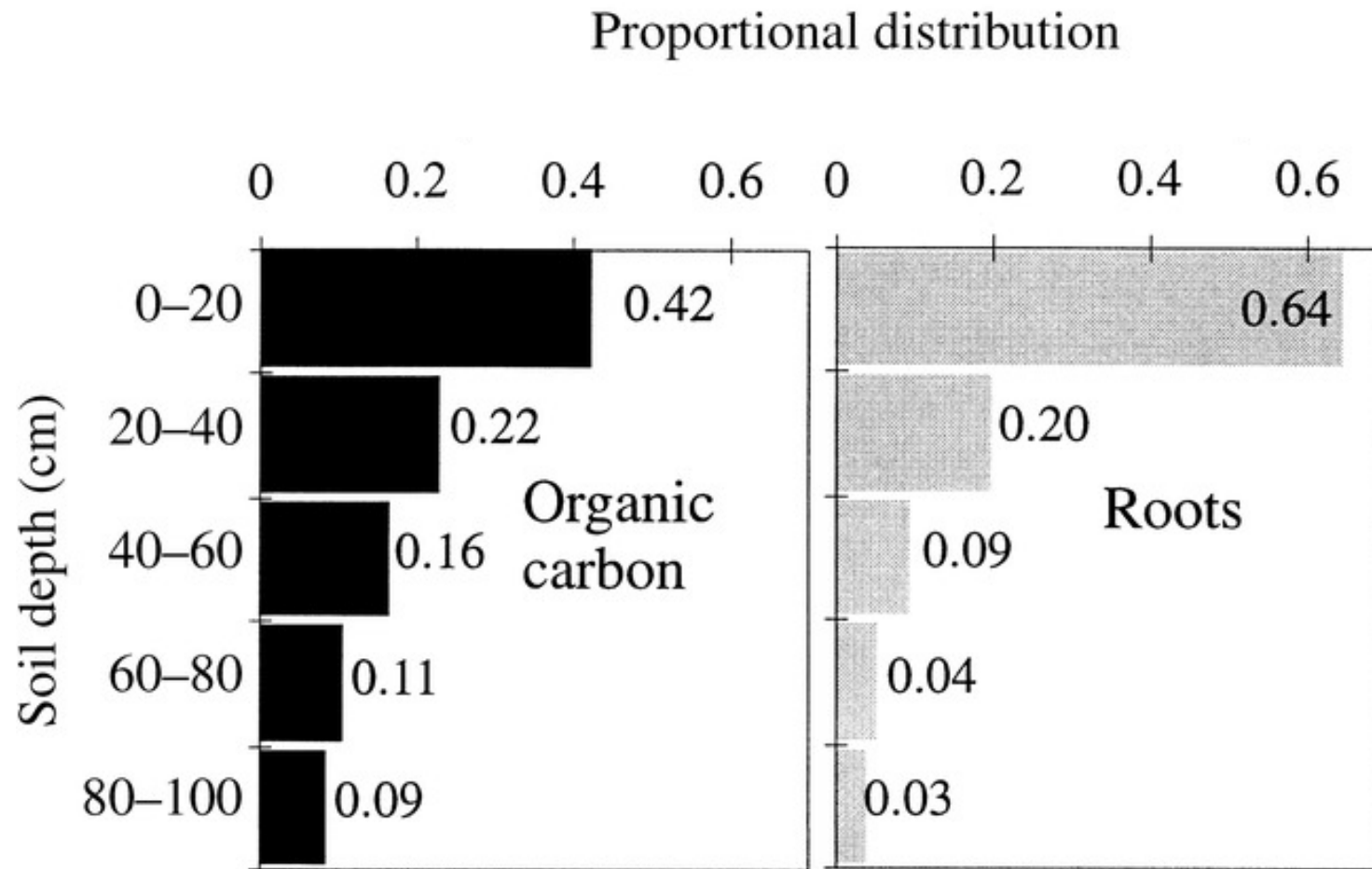
Vattensjuk

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

Rich & Watt 2013 J Exp Bot 64

Mull och rötter i markprofilen (global analys)

Jobbágy & Jackson, 2000. Ecological Applications



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

Resultat från svenska försök med rajgräs som fånggröda (16-24 år)

Poeplau et al., Geoderma Regional 2015

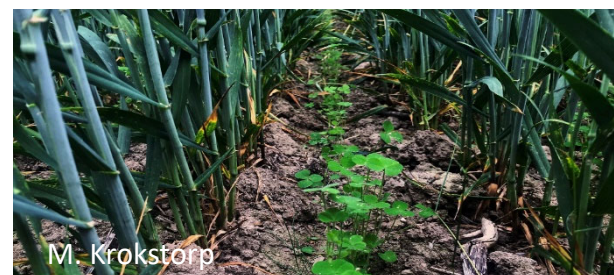
0,3 ton C (drygt 1 ton CO₂) per hektar och år med fånggröda

Risk för ökad lustgasavgång pga. fånggrödor: 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

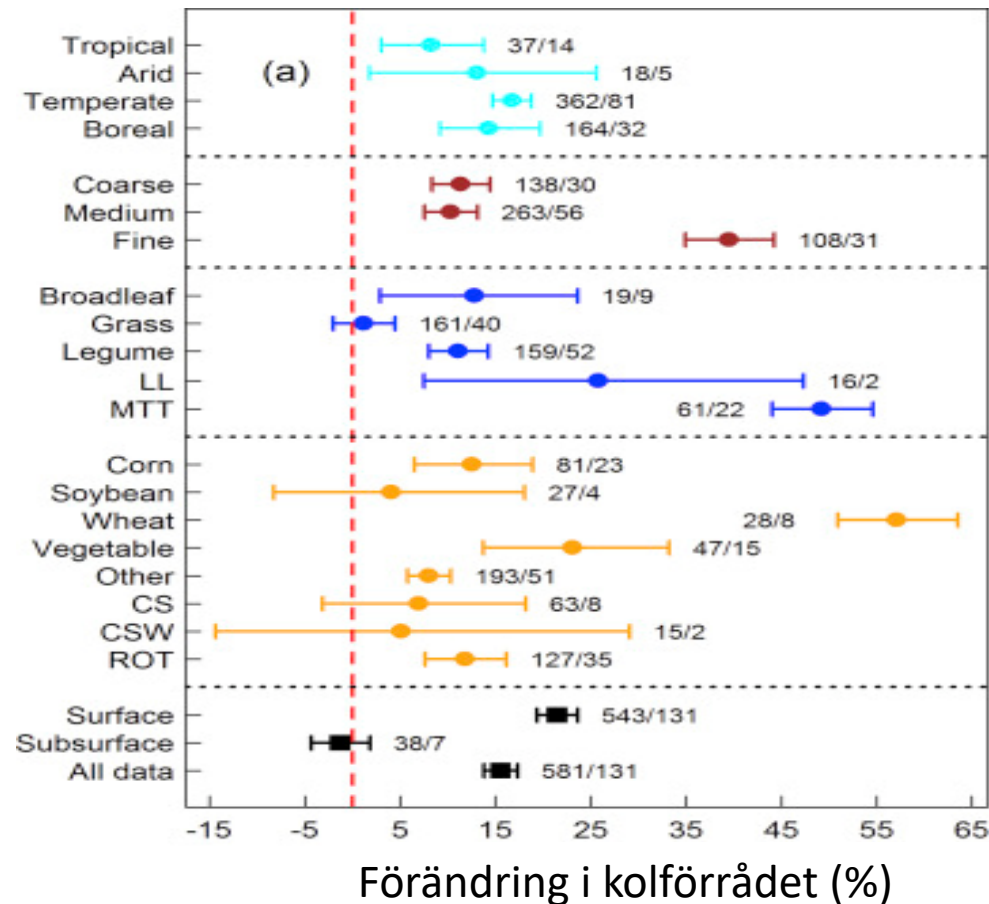


**Detta kan undvikas med
grön mark året om**



Mellangrödor: global meta-analys

Jian et al., Soil Biology and Biochemistry 143 (2020) 107735



Positiva effekten i alla klimatzoner

Störst effekt på lerjordar

Artblandningar ger stor effekt

Stor effekt i vete

Ingen effekt i alven

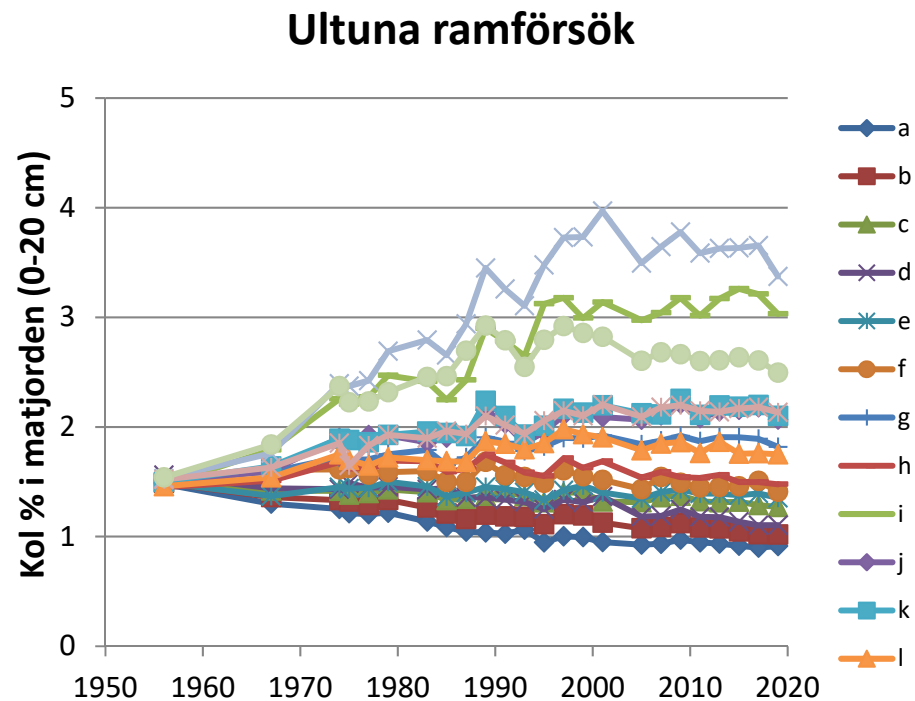
- 0.56 Mg C/ha/år i genomsnitt
- Tillämpning på 15% av den globala åkerarealen skulle ge negative utsläpp motsvarande 1-2% av nuvarande fossila CO₂-utsläpp

Ultuna Ramförsök, sedan 1956

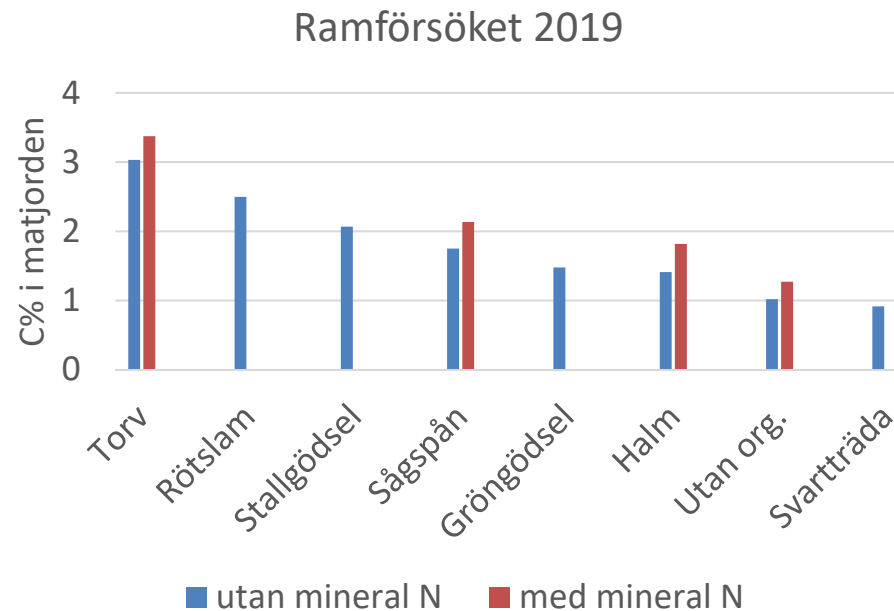
Filmklipp: <https://www.facebook.com/slu.sweden/videos/365075801122222> (2 minuter)

Podd: <https://www.landlantbruk.se/lantbruk/lantbrukspodden-kolinlagring-det-nya-svarta/> (25 minuter)

Samma mängd kol i olika material tillförs vartannat år +/- N gödsling
15 behandlingar x 4 block = 60 rutor

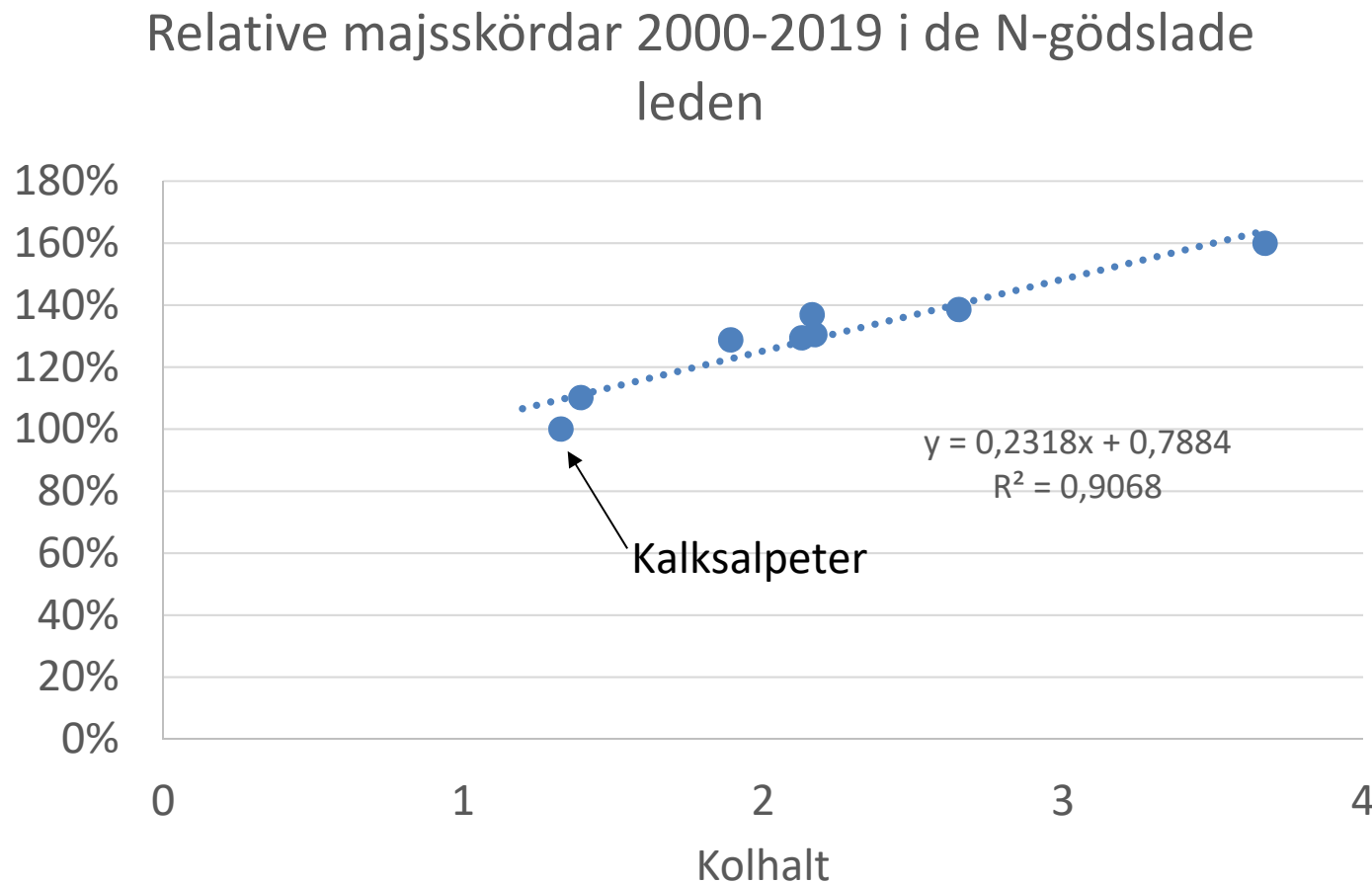


Tillförsel av organiskt material och kvävegödsling leder till högre kolförråd i marken



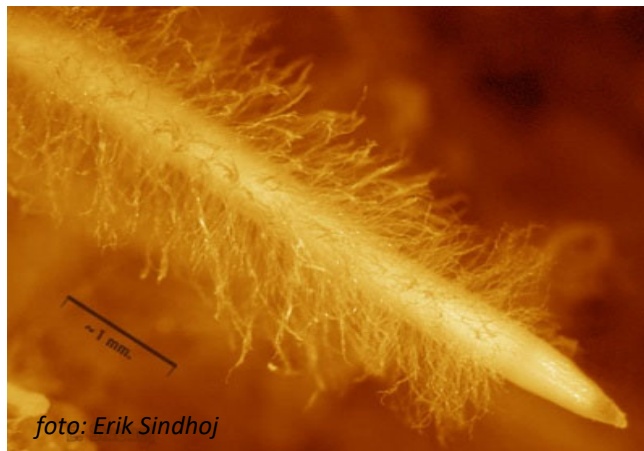
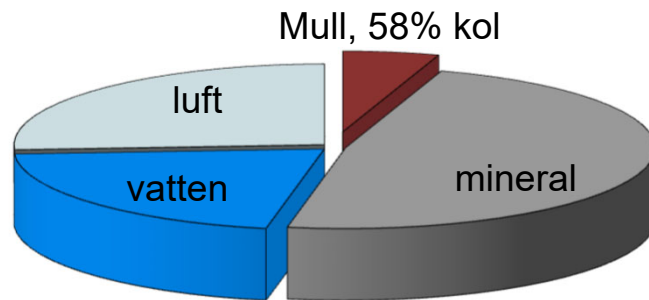
- Kolinlagringen skiljer sig mellan de tillförda organiska materialen
- Kvävegödsling leder till högre produktion och högre inbindning av kol
- Rötter är effektivare att bygga kol jämfört med ovanjordiska skörderester

Produktionen ökar med kolhalten i Ramförsöket



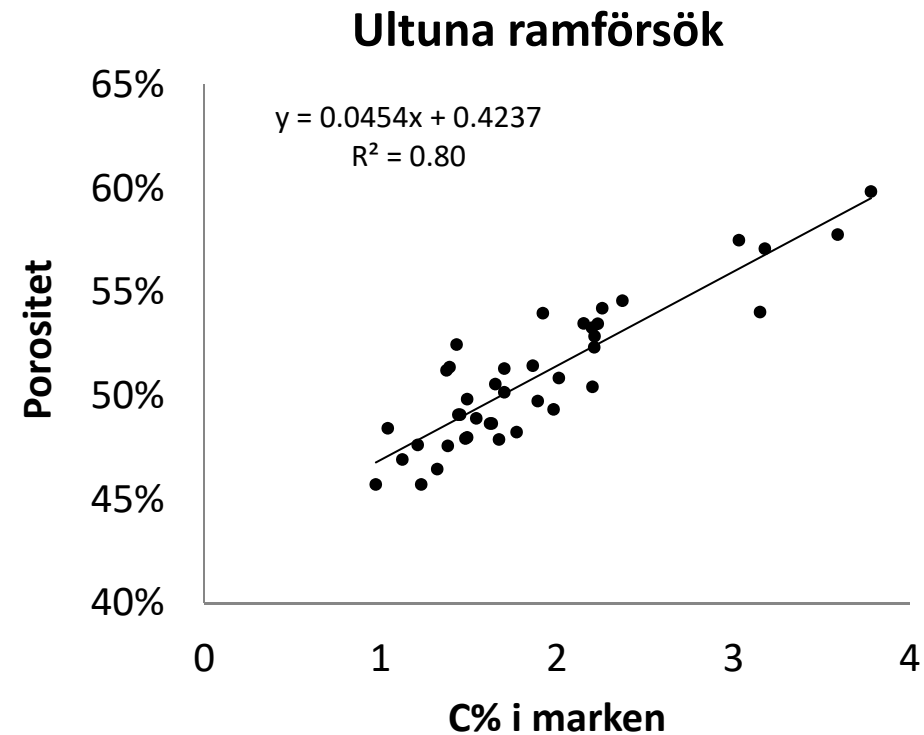
23% skördeökning om kolhalten ökar med 1 procentenhet

Markens porositet ökar med kolhalten

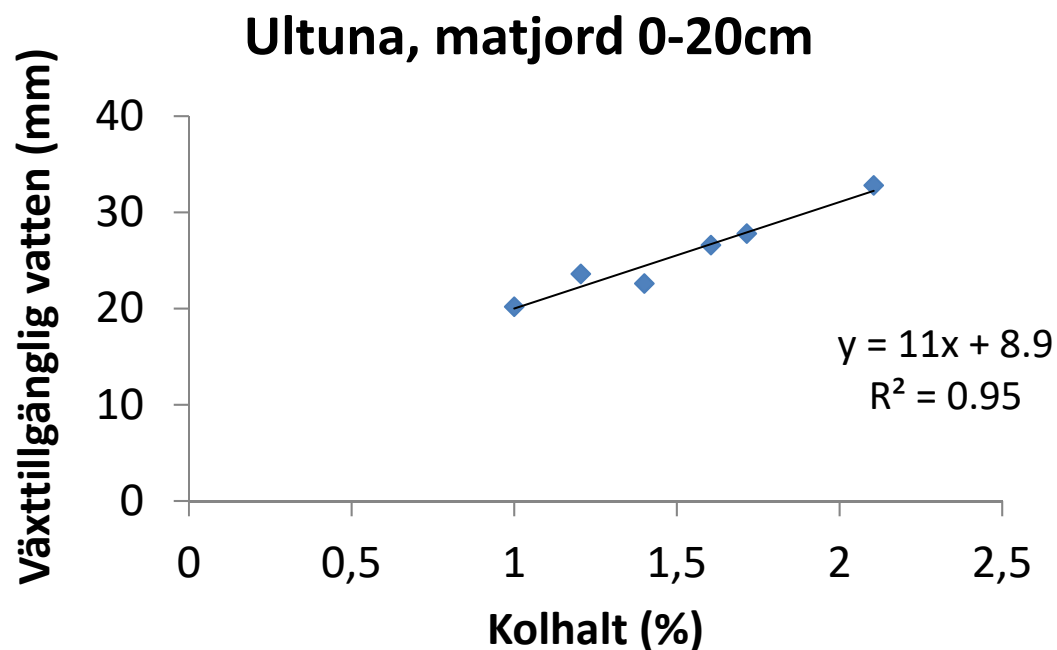


Lucker mark gynnar rotutvecklingen och leder till ökad utnyttjande av vatten och näring

Kätterer et al. 2011. AGEE



Växternas tillgång till vatten ökar med kolhalten

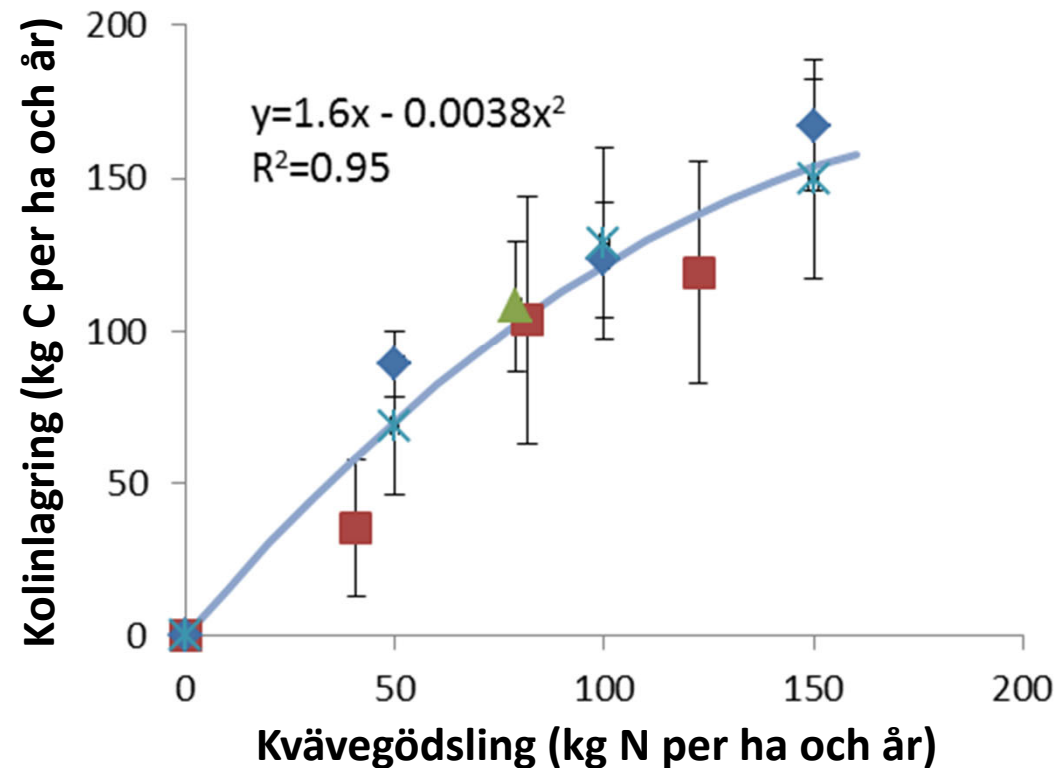
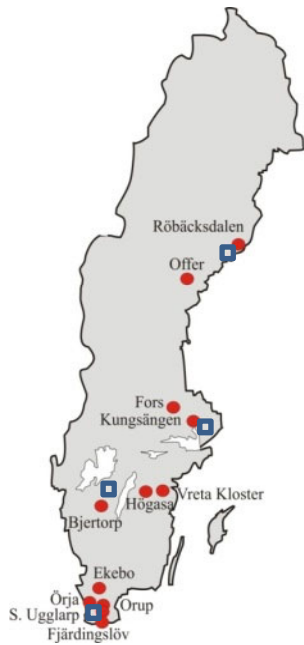


En ökning av kolhalten med en procentenhet

- Ökar mängden växttillgänglig vatten med 11 mm i matjorden
- Ökar infiltrationen
- Minskar erosionen

Kolinlagring gynnas av hög produktion

Resultat från 16 långliggande fältförsök (4 serier):



Varje kilo N höjer kolförrådet i matjorden med drygt 1 kg C

Gynnas kolinlagringen av reducerad jordbearbetning?

Haddaway et al. *Environ Evid* (2017) 6:30
DOI 10.1186/s13750-017-0108-9

Environmental Evidence

SYSTEMATIC REVIEW Open Access

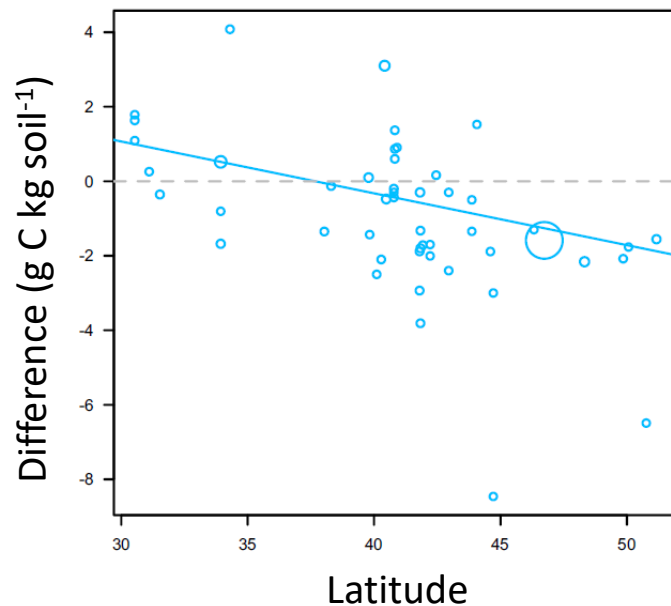
How does tillage intensity affect soil organic carbon? A systematic review

Neal R. Haddaway^{1*}, Katarina Hedlund², Louise E. Jackson³, Thomas Kätterer⁴, Emanuele Lugato⁵, Ingrid K. Thomsen⁶, Helene B. Jørgensen² and Per-Erik Isberg⁷

 CrossMark

351 studies >10 years:

In average 4.6 Mg/ha (0.78-8.43) higher SOC stocks in topsoil (0-30 cm) under no-till compared to high intensity tillage



Stor variation!

Earth-Science Reviews 177 (2018) 613–622

Contents lists available at ScienceDirect

Earth-Science Reviews

journal homepage: www.elsevier.com/locate/earscirev

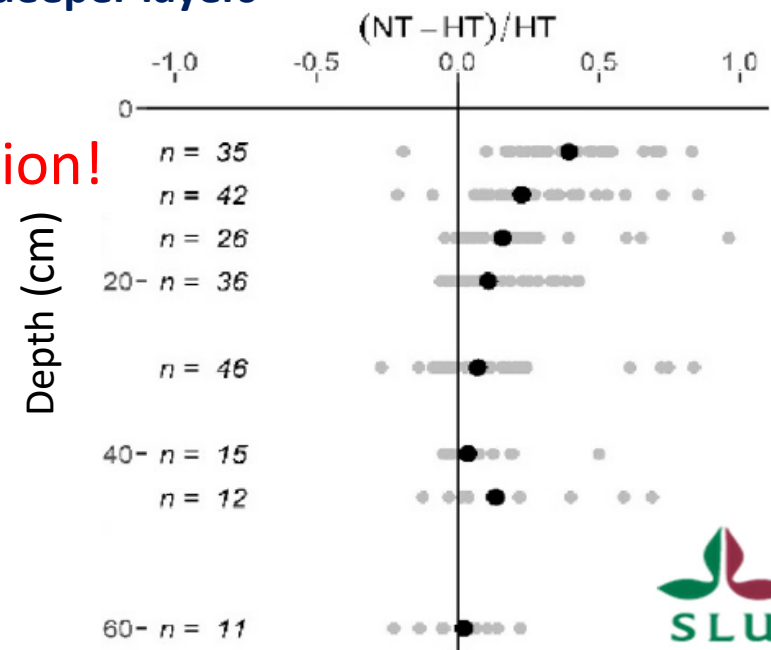
Invited review

Tillage intensity affects total SOC stocks in boreo-temperate regions only in the topsoil—A systematic review using an ESM approach

Katharina H.E. Meurer^{a,*}, Neal R. Haddaway^b, Martin A. Bolinder^a, Thomas Kätterer^a

Subset of 101 studies reporting both BD and SOC% in several layers:

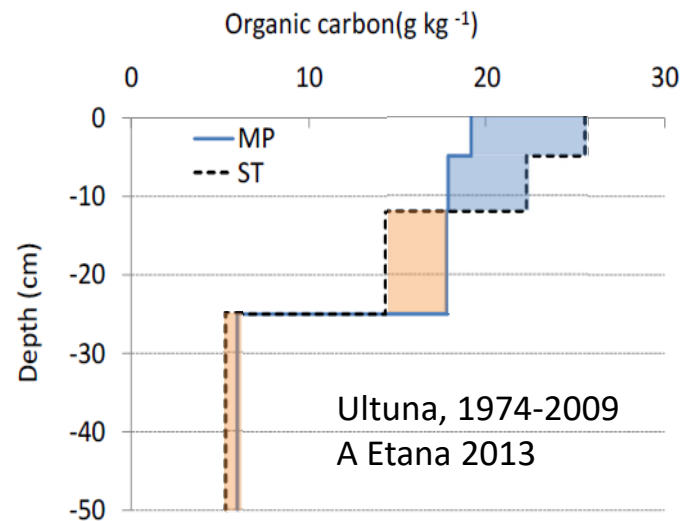
Non-significant effects of tillage on cumulative SOC stocks when considering deeper layers





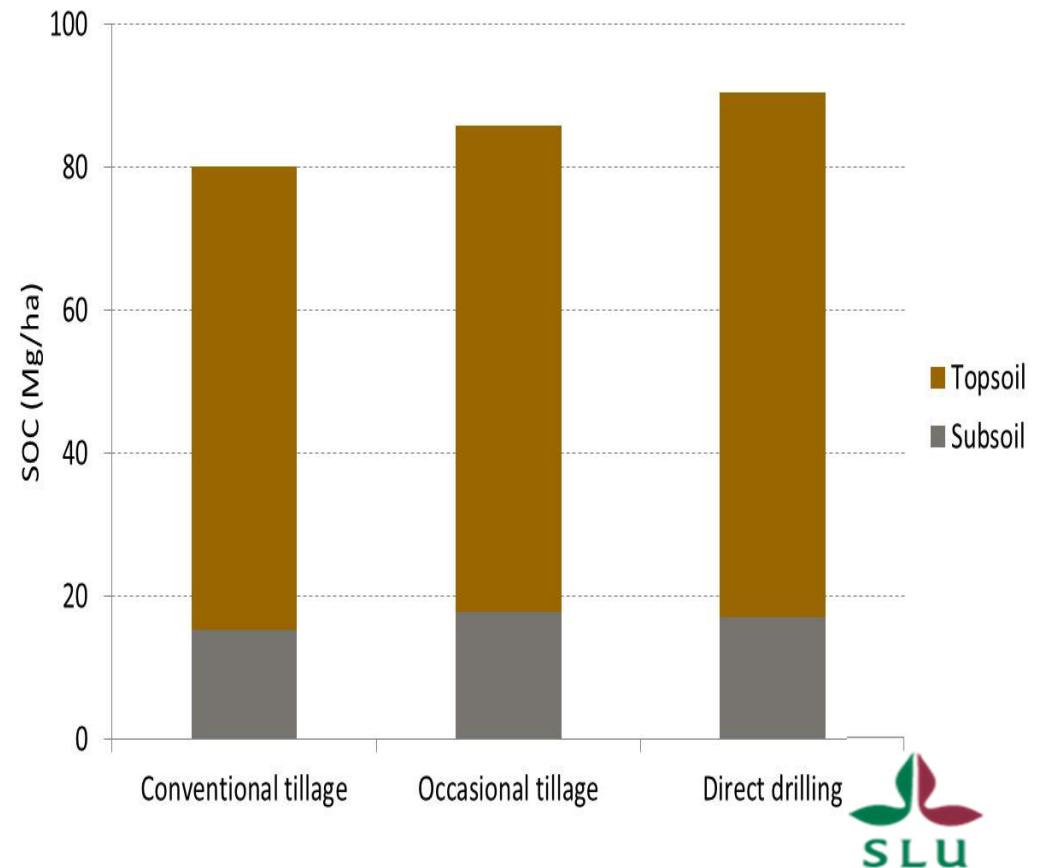
Positiva effekter av reducerad jordbearbetning på vissa platser:

Lerjord, Lanna, kol till 50 cm ekvivalent djup
(Ararso Etana, SLU)



Vanliga resultat:

Positive effekter av reducerad bearbetning i matjorden – och negativa effekter i alven.



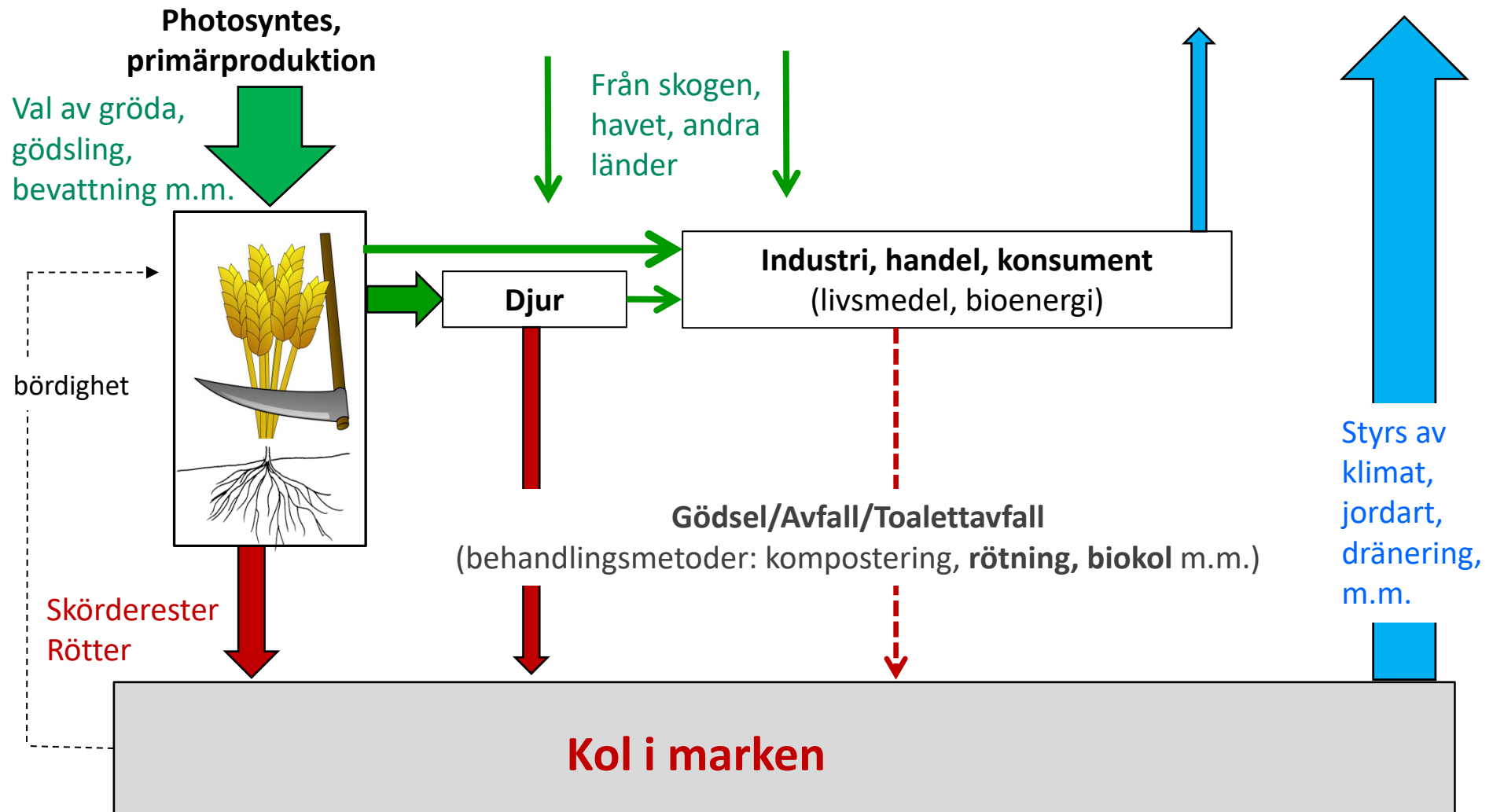
Djupplöjning till 1 meter i Tyskland



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

Alcantara et al., GCB 2016

Markens kolbalans kan påverkas, främst genom primärproduktion



Kolinlagring – medeltal – global litteraturgenomgång

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

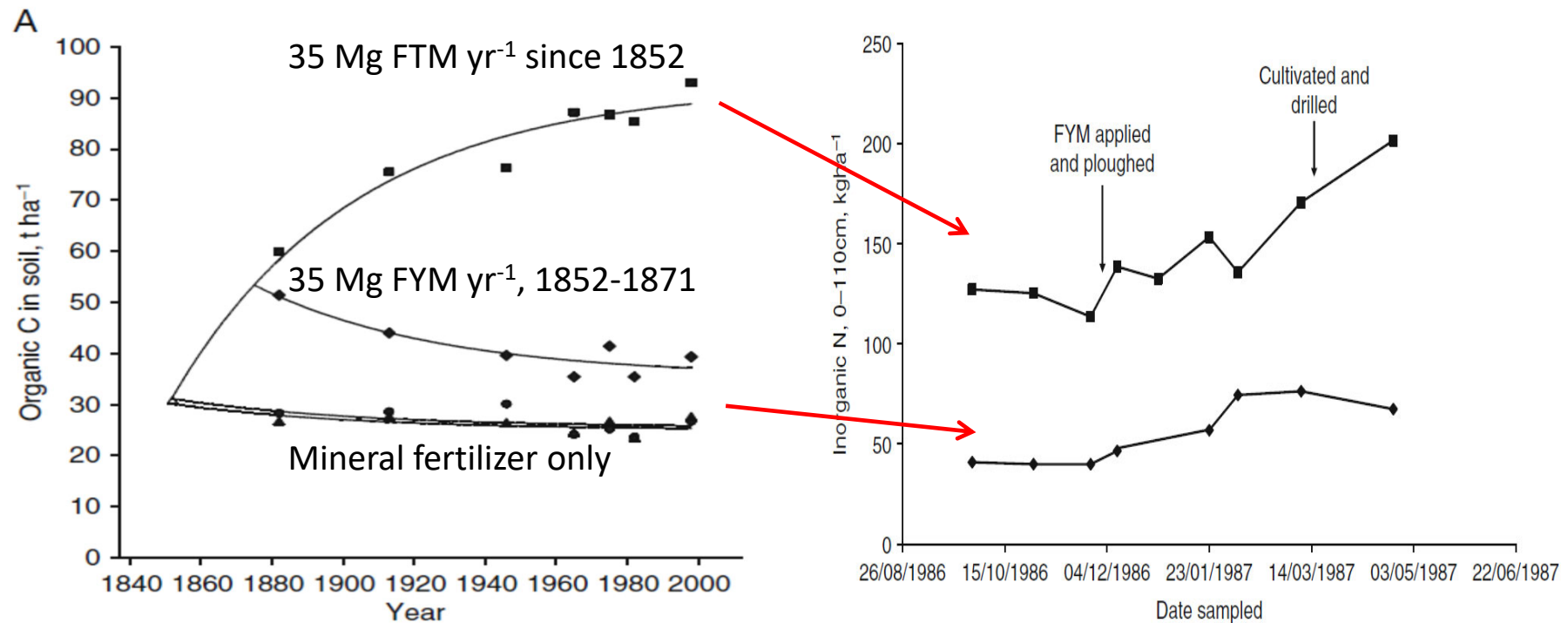
	Antal försök	C inlagring (ton/ha/år)
Fleråriga jämfört med ettårig grödor	15	0.5
Organiska restprodukter*	217	0.4
Fång-/mellangrödor	176	0.3
N-gödsling jämfört men ogödslad	183	0.2
Skörderester lämnas	279	0.1
Plöjningsfri/reducerad jorbearbetning	101	<0.1

*gäller fältnivå, men kan inte skalas upp eftersom mängden restprodukter (e.g. gödsel) är begränsad

Stor variation mellan enskilda studier – mycket forskning
pågår för att kartlägga mekanismerna för stabilisering

Hög mullhalt har mest fördelar – men det finns risker

Hoosfield Continuous Barely, Rothamsted



**3 x högre kolhalt → 3 x mera nitrat under höst/vinter →
3 x risk för N-läckage och lustgasavgång**

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

Sammanfattning

- Kolinlagring förbättrar bördigheten och kan bidra med negativa klimatutsläpp
- Hög produktivitet och grön mark året om gynnar kolinlagringen
- Potential: att öka fånggrödor, mellangrödor, fleråriga grödor, fler träd i jordbrukslandskapet
- Risker: Kolinlagring är reversibel –skötsel kan ändras. Ökad kolförråd kan öka risken för utlakning och lustgasavgång.
- Kolförrådet ökar i svenska mineraljordar pga. ökad valldoling
- Hur når vi målet? Styrmedel, marknad av kolkrediter?

Tack för din uppmärksamhet!

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

Tack till våra finansiärer, främst Formas och SLF

Foto: G Börjesson