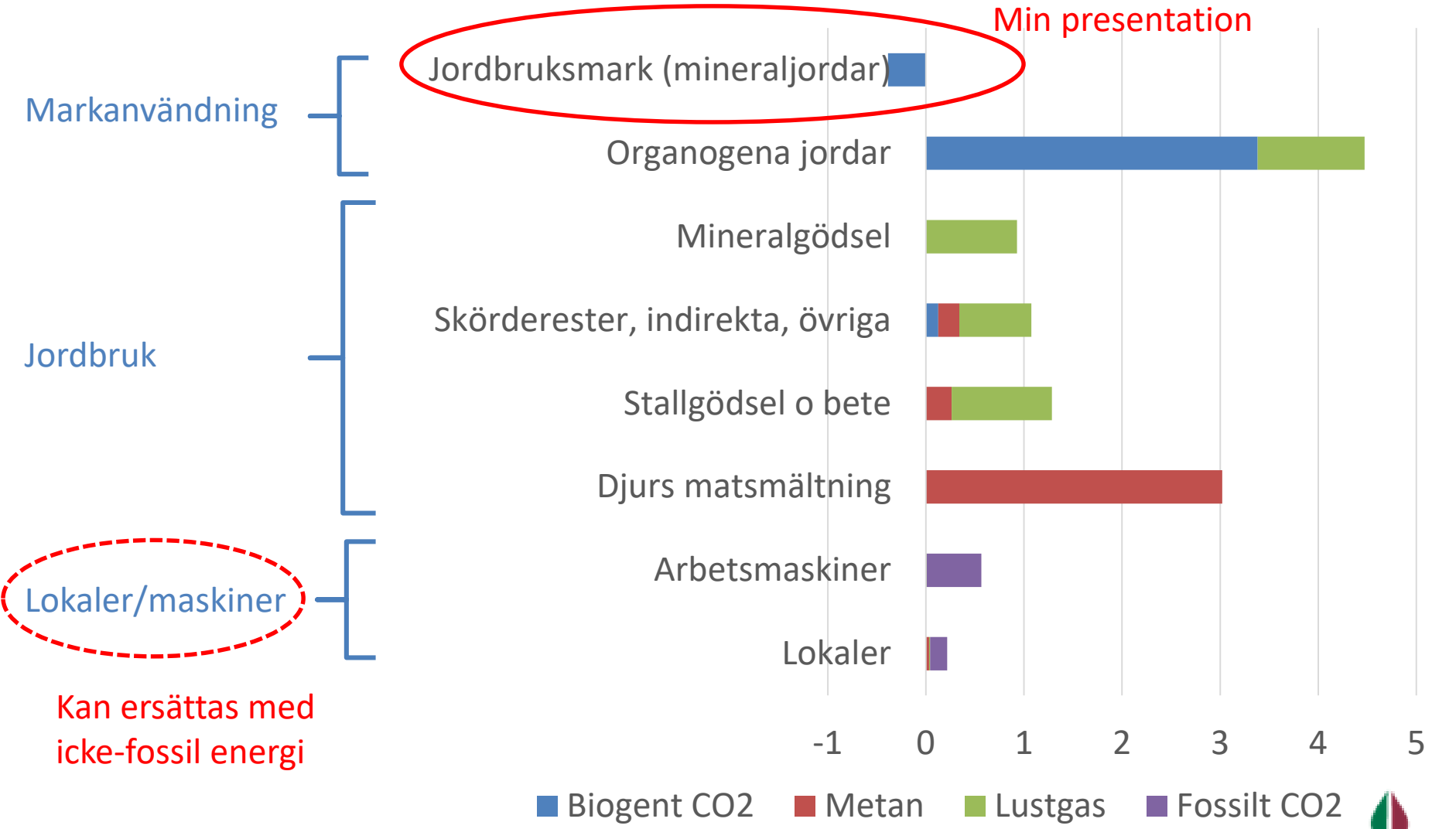
Så ökar vi kolinlagringen i marken

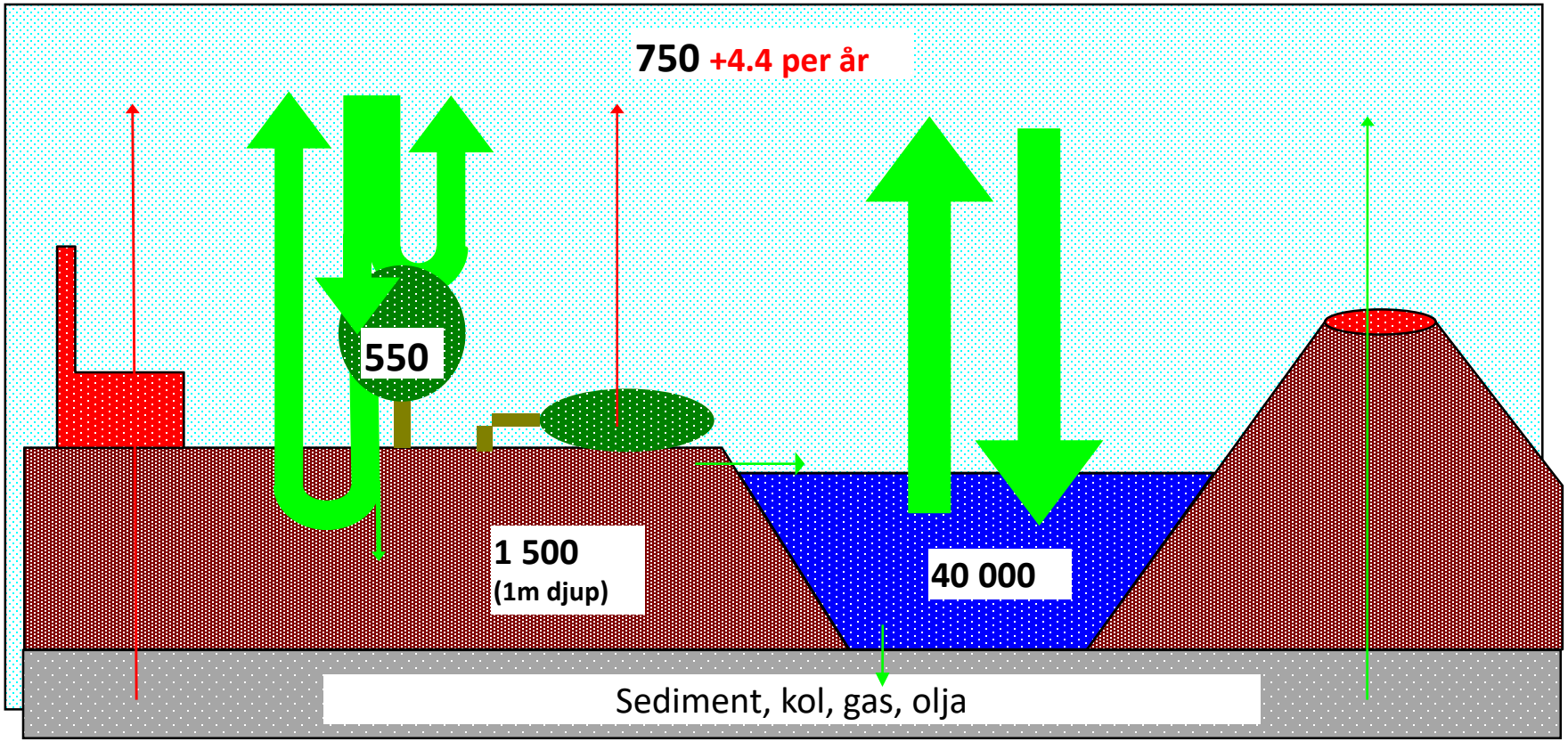
Thomas *Kätterer*
Sveriges Lantbruksuniversitet
Ängelholm 28 februari 2020

Jordbrukets territoriella utsläpp av VHG 2017 (Miljoner ton CO2-ekv)



Enligt NIR 2017, Naturvårdsverket

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



Antropogena källor och sänkor av CO_2

4.8 Pg/yr; 12%

+

34.4 Pg/yr; 88%

17.2 Pg/yr

46%

11.0 Pg/yr

30%

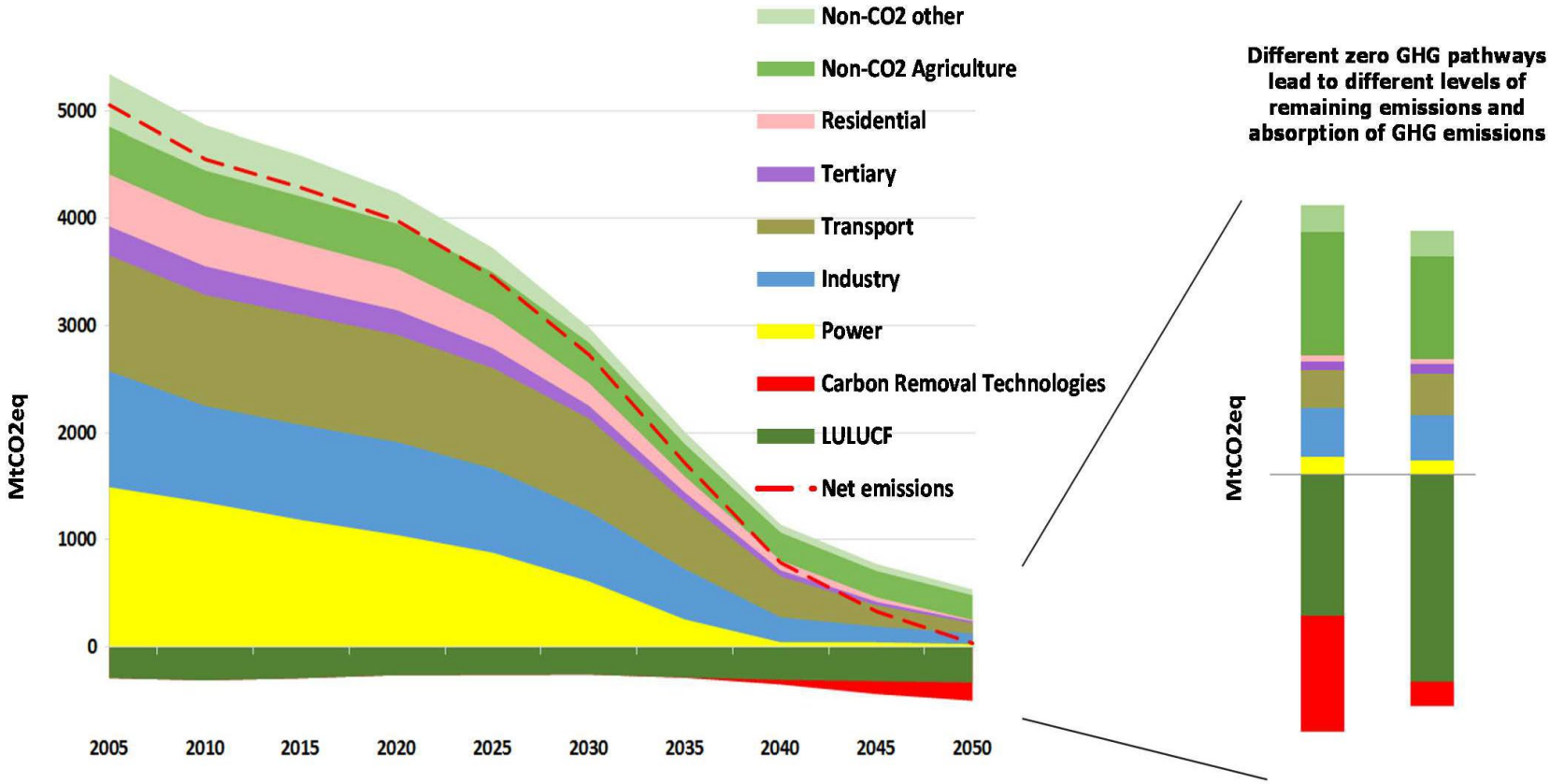
8.8 Pg/yr

24%

Budget Imbalance: 6%
(the difference between estimated sources & sinks)

Source: CDIAC; NOAA-ESRL; Houghton and Nassikas 2017; Hansis et al 2015; Le Quéré et al 2017; Global Carbon Budget 2017

Vision for a Clean Europe by 2050

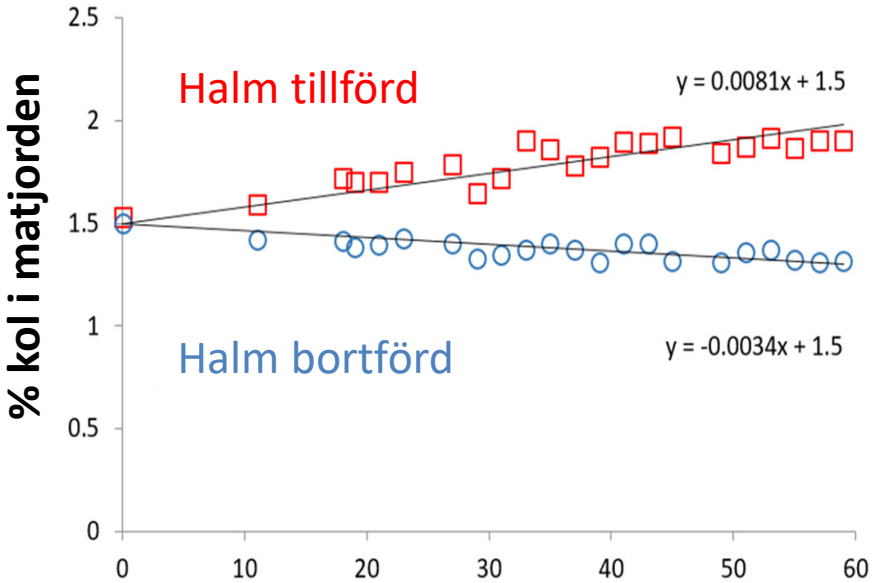


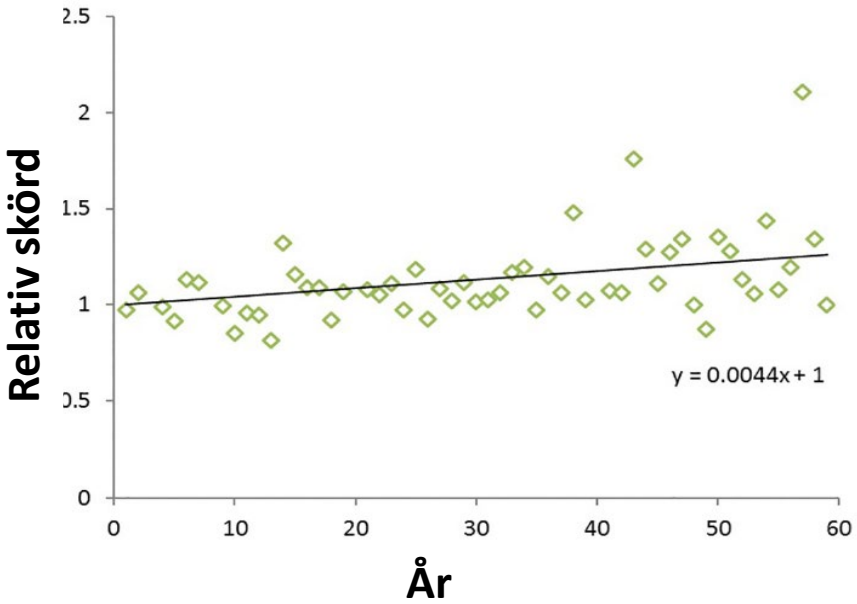
European Commission

Kolinlagring – bra för bördighet och klimatet

Foto: Steve Culman, Ohio State Univ, https://www.farmaid.org/blog/fact-sheet/climate-change-farmers/

Skördepotentialen ökar med mullhalten



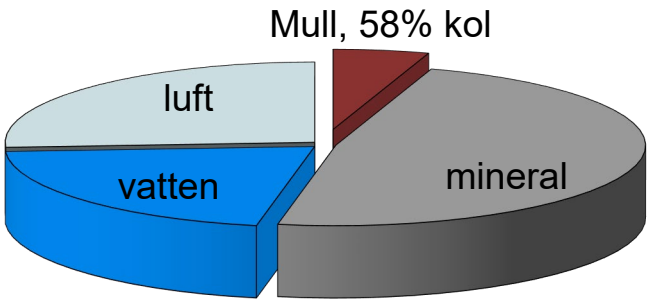


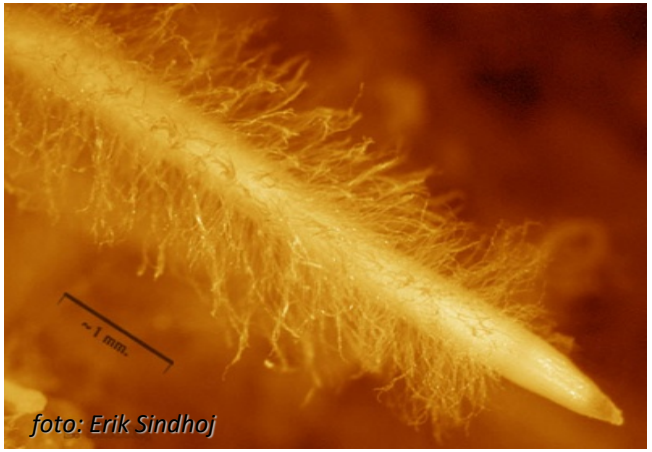
Ultuna ramförsök:

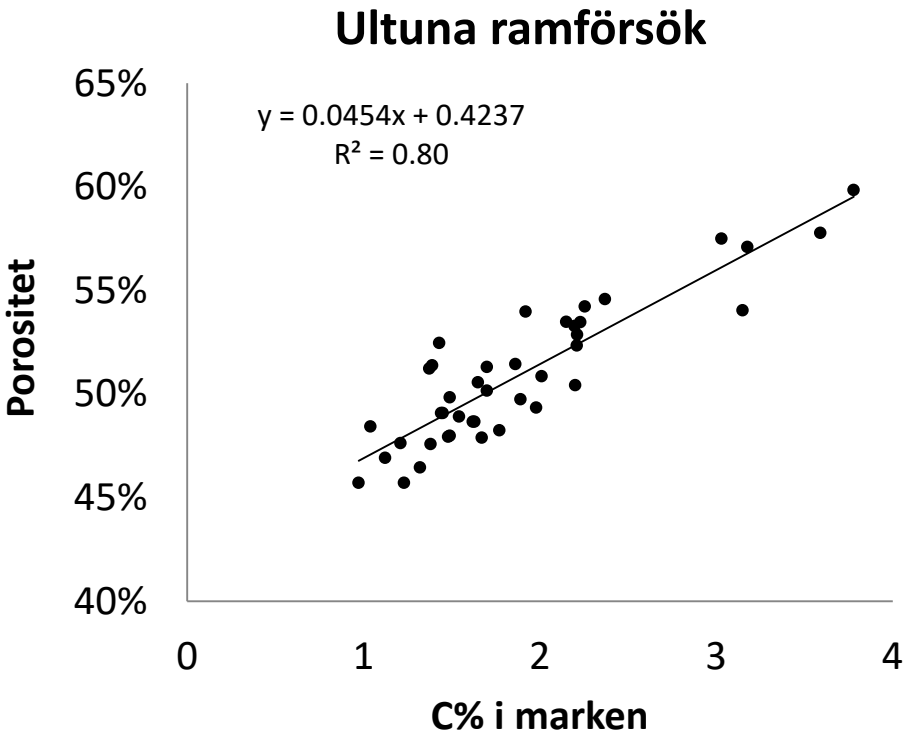
- **26% högre skördar efter 60 år**
- **Skörden ökade med 3,8 procentenheter för varje 0.1 procentenhet ökning av kolhalten i marken.**

Henryson m fl. 2018. Agric Sys 164:185-192.

Markens porositet ökar med kolhalten



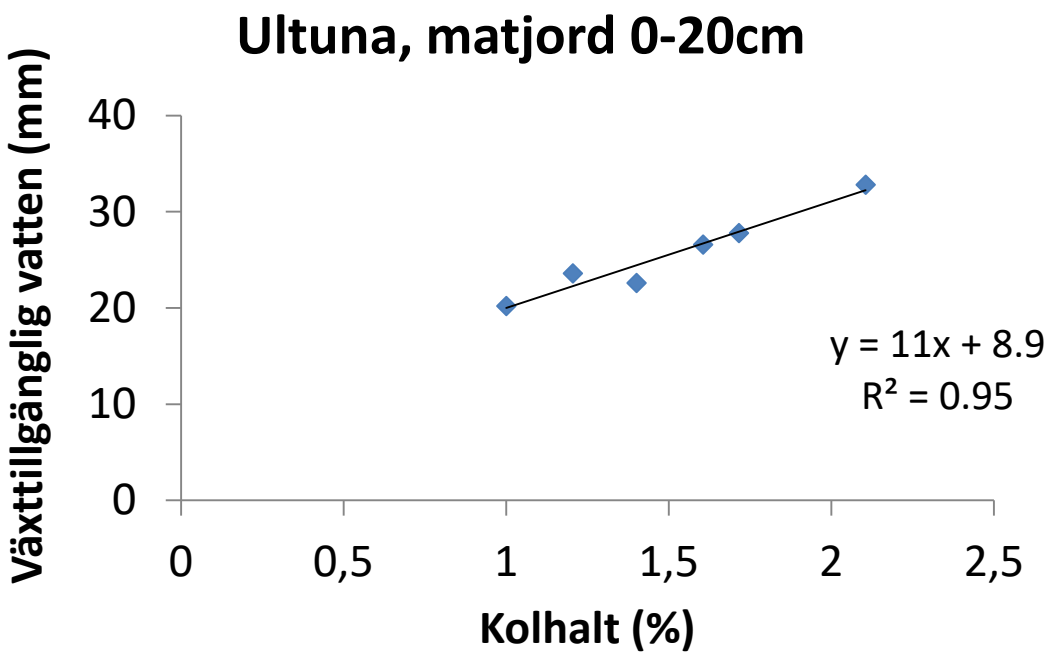




Lucker mark gynnar rotutvecklingen och leder till ökad utnyttjande av vatten och näring

Kätterer et al. 2011. AGEE

Växternas tillgång till vatten ökar med kolhalten



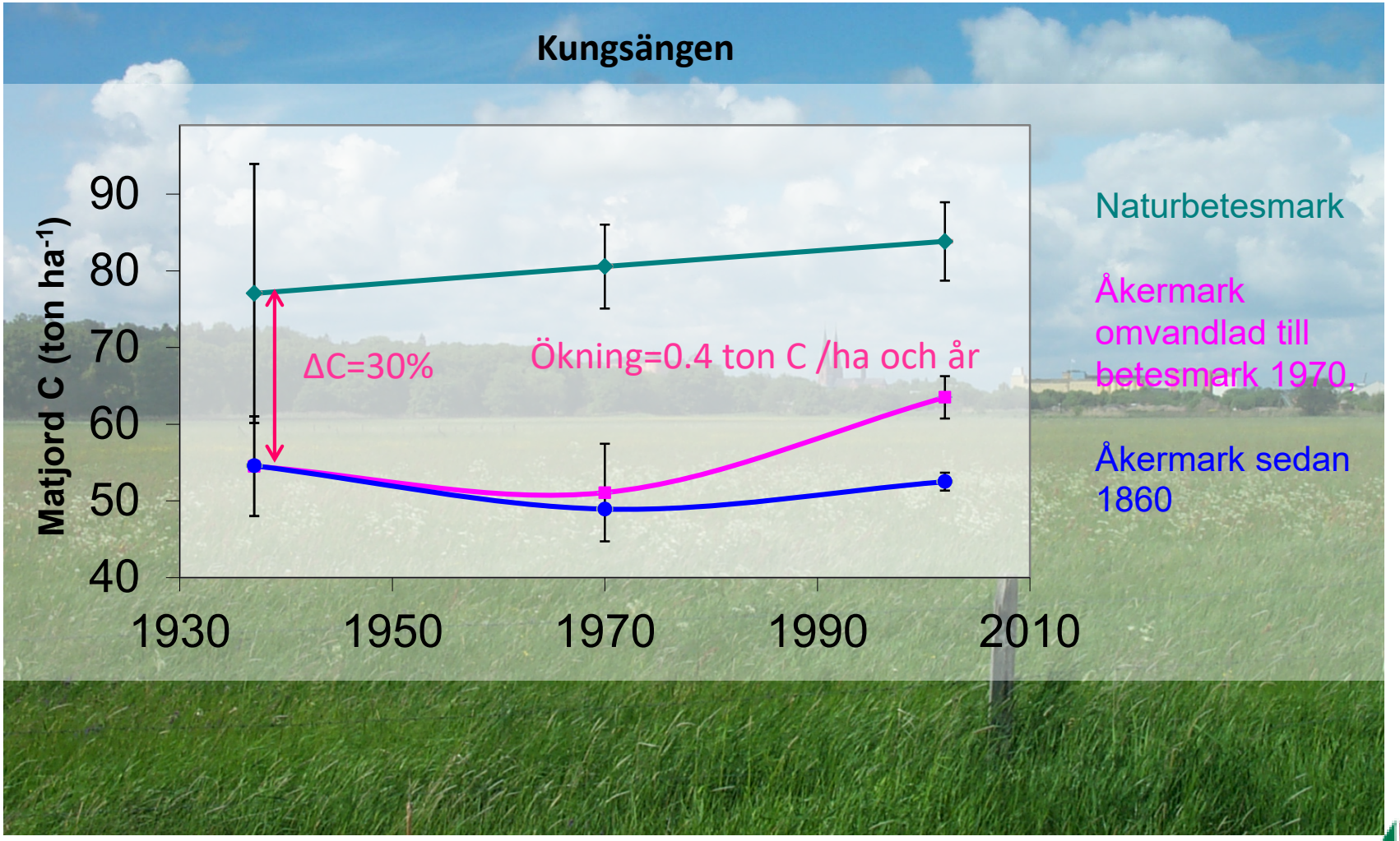
En ökning av kolhalten med en procentenhet

- Ökar mängden växttillgänglig vatten med 5-15 mm
- Ökar infiltrationen
- Minskar erosionen

Kätterer et al. 2006 Acta Agric Scand. Sec. B 56: 263-276.
Kirchmann & Gerzabek 1999. J. Pant Nutr Soil Sci 162: 493-498

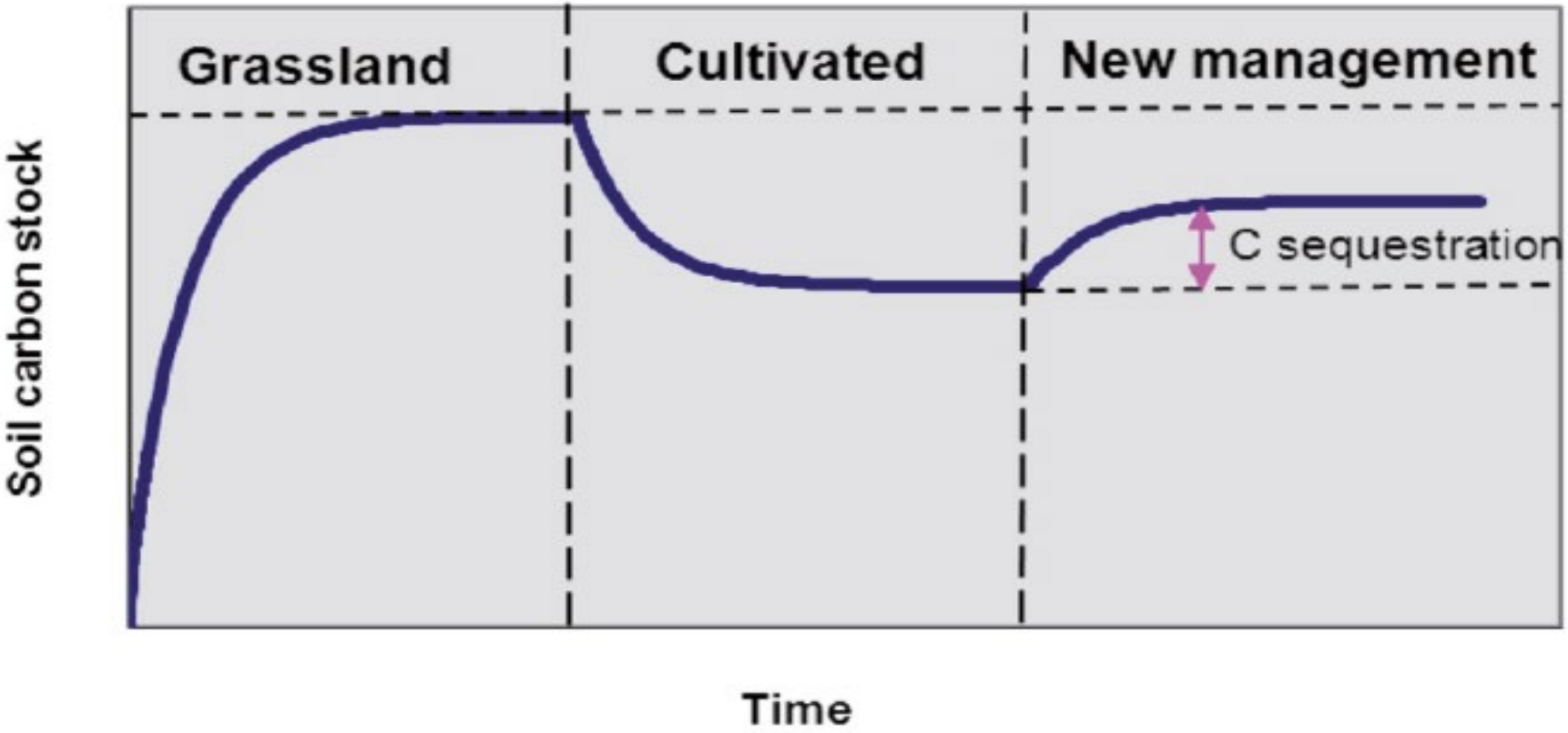
Generellt högre kolhalter i betesmarker än i åkermark

Kolbalansen i de svenska naturbetesmarkerna är ungefär i jämvikt



Kätterer et al. 2004. NCAE 70:179-187

Kolförrådets dynamik

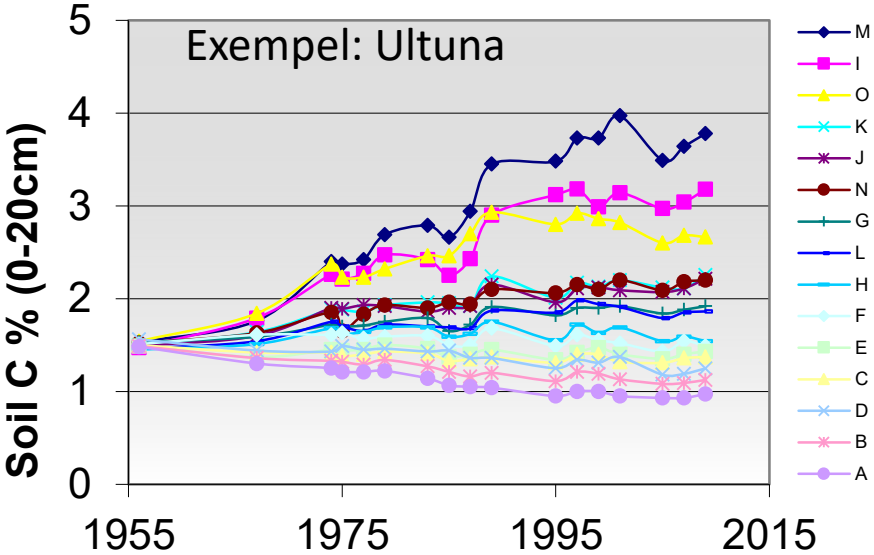


Efter varje förändring i markanvändning eller skötsel kommer kolförrådet at utvecklas mot ett nytt dynamisk jämvikt

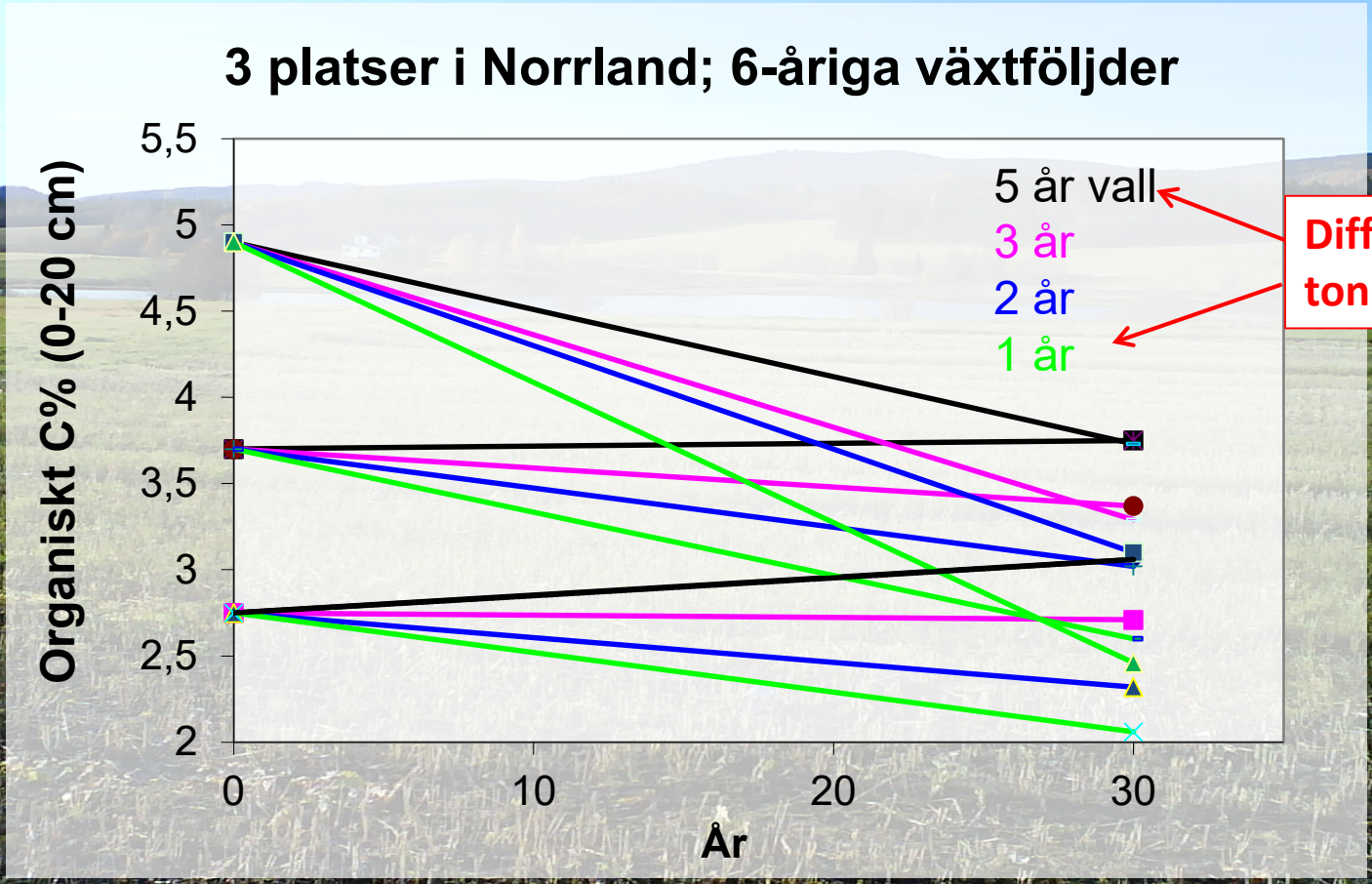
Kätterer, EHSA 2011

Markens kolhalt ändras långsamt. Långliggande fältförsök är därför viktiga för att kvantifiera effekten av odlingssystem

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



Fleråriga växter (vallar) bygger upp kolförrådet

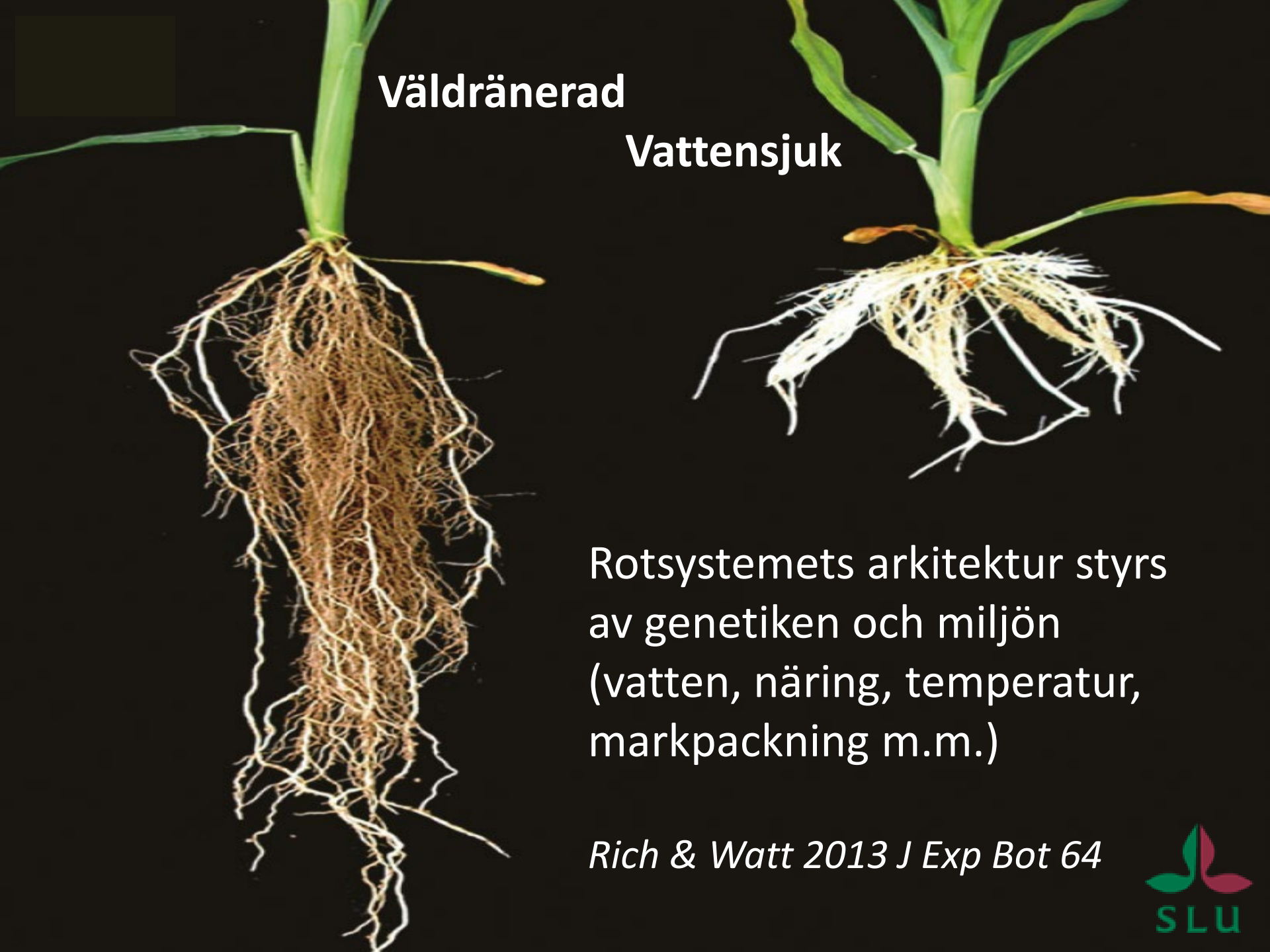


Ericson & Mattsson, 2000; Bolinder et al., 2010, 2012

Foto: T. Kätterer

Varför ökar kolinlagringen i vallar?

Photo by Jim Richardson, Land Institute, Salina, Kansas



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

Rich & Watt 2013 J Exp Bot 64

Grön mark året om – kolinlagring genom fånggrödor, agroforestry, energiskog och kantzoner

Resultat från svenska försök med fånggrödor (16-24 år):

0,3 ton C per hektar och år med fånggröda

Inlagringspotential i Sverige för 0,4 Mha:
0,5 Mton CO_2 per år

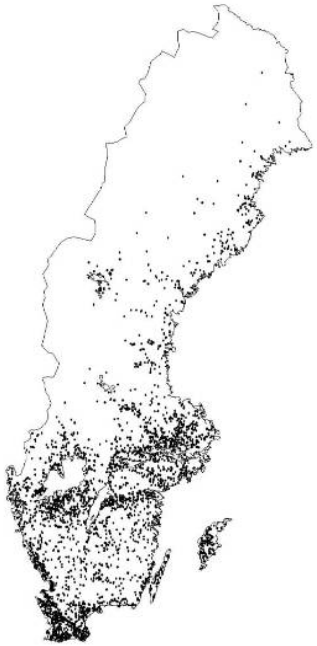
Dessutom:
Ökad albedo (markens reflektion av strålning)

Poeplau et al., Geoderma Regional 2015
Global review: Poeplau and Don, AGEE 2015

Grön mark för kolinlagring och minskad erosion

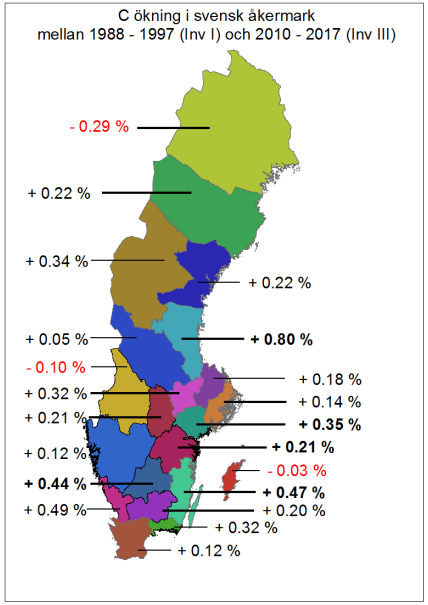
Kol i svensk jordbruksmark

Poeplau et al. 2015 Biogeosciences 12: 3241–3251

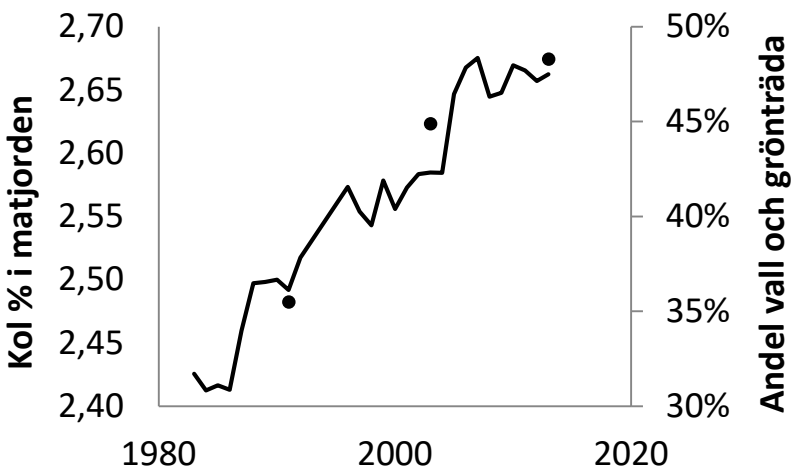


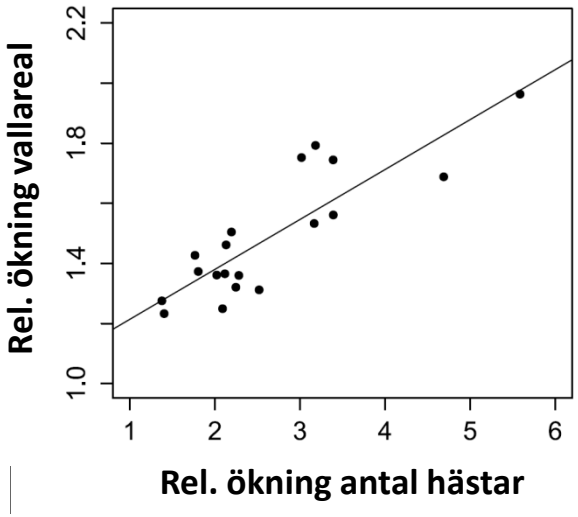
Markinventering:
I (1988-97),
II (2001-07),
III (2010-17)

Förändring under ca 25 år:
Signifikant ökning i 5 län

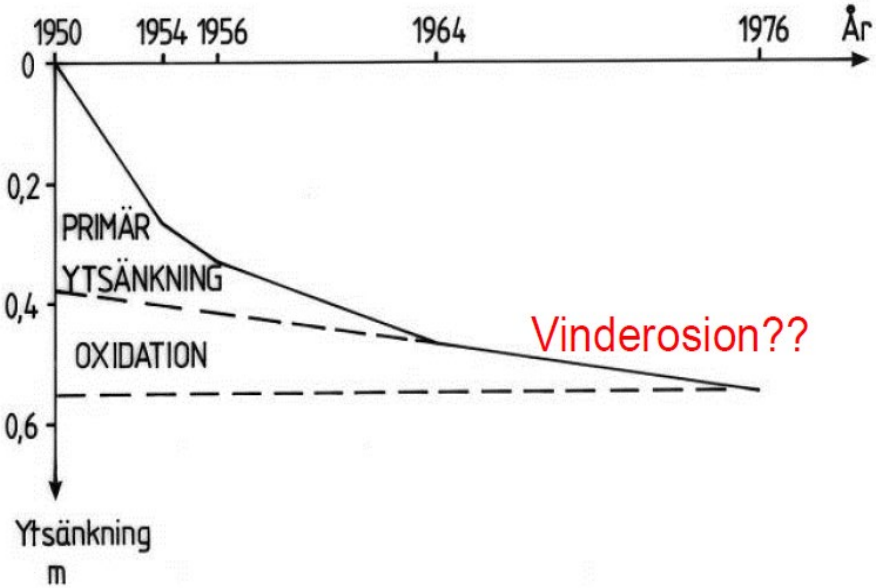


Sverige medeltal





Dränerade mulljordar (7% av jordbruksmarken) är en stor källa för CO_2 (drygt 3 Mton CO_2ekv/år)



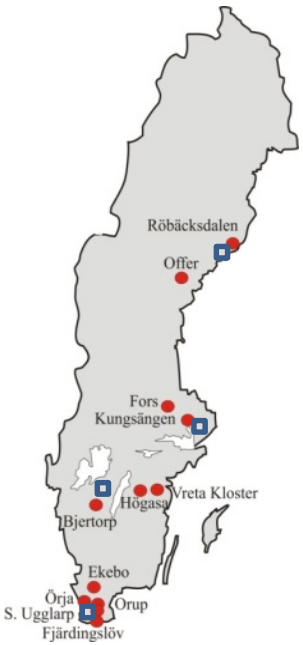
Figur från K Berglund

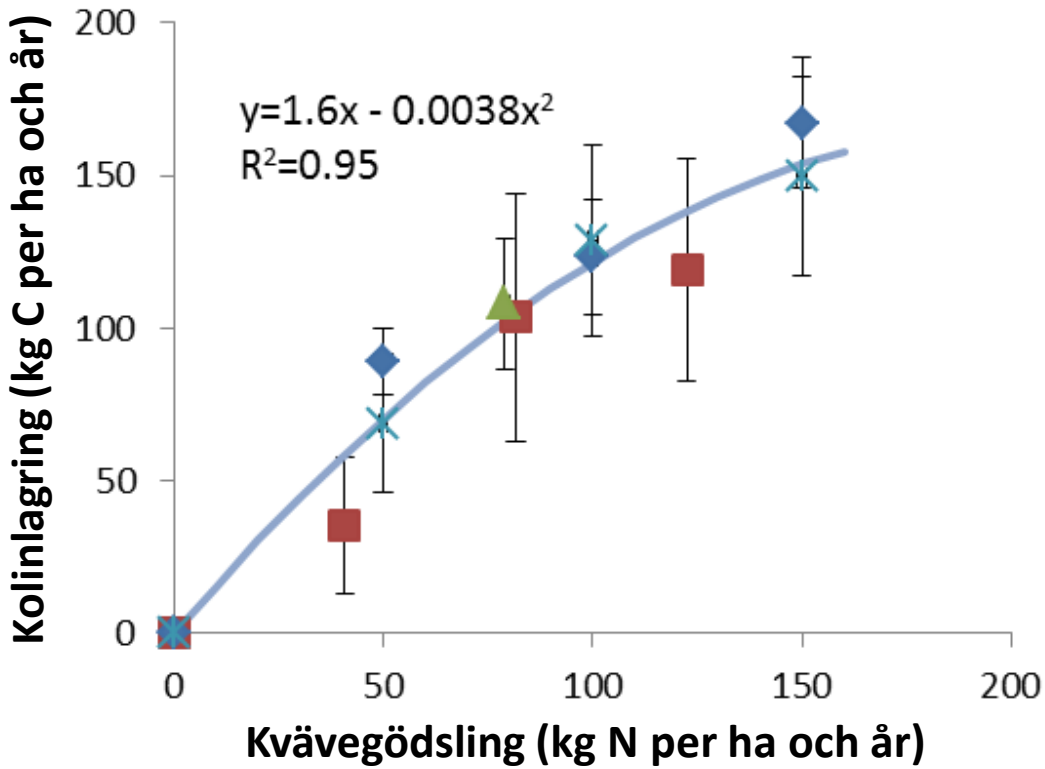
2 m ytsänkning på 100 år (Bälinge, Uppland); Örjan Berglund

Utsläppen varierar mycket mellan olika mulljordar

Kolinlagring gynnas av hög produktion

Resultat från 16 långliggande fältförsök (4 serier):



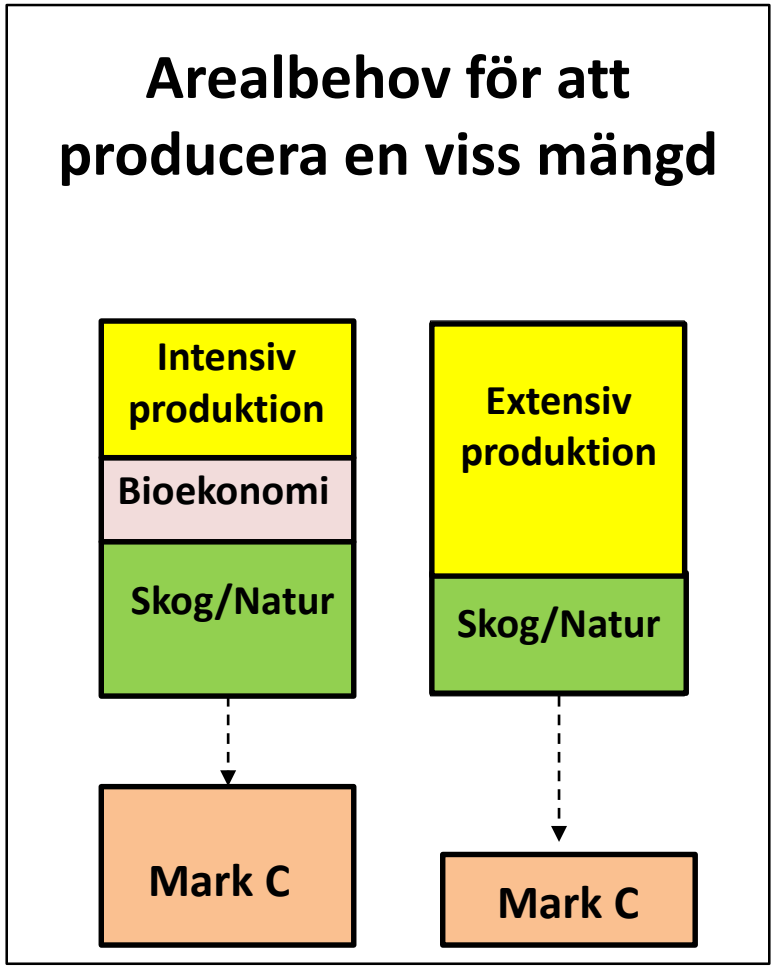


Varje kilo N höjer kolförrådet i matjorden med drygt 1 kg C

Kätterer et al., Acta Agr Scand. 2012

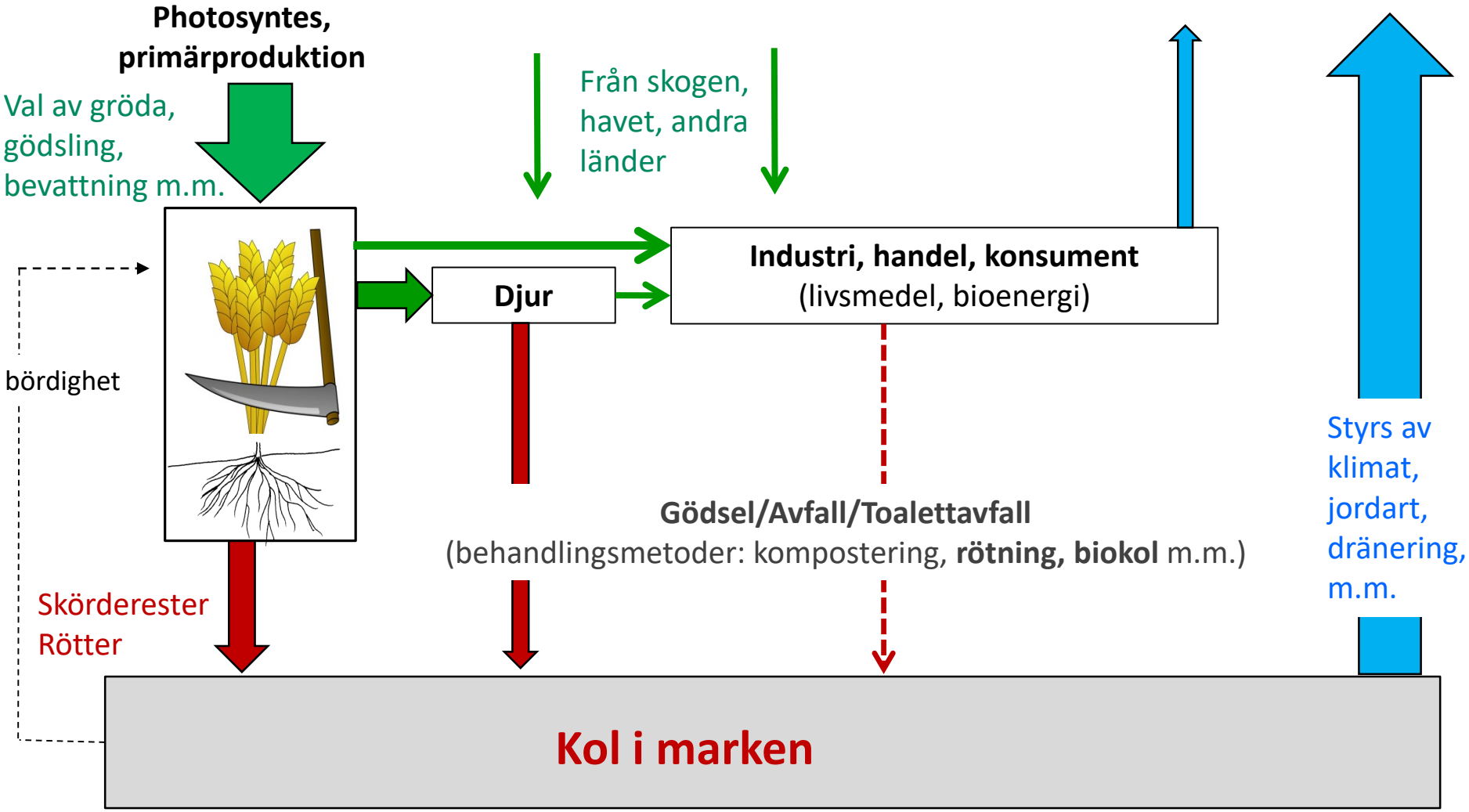
Låga skördar (t.ex. ekologisk odling) ökar arealbehovet

-> risk för avskogning -> lägre kolförråd i mark och vegetation



Bra åkermark är en begränsad resurs. Produktionen per yta måsta öka för att försörja en växande befolkning med livsmedel, bioenergi och råvaror till en växande bioekonomi

Markens kolbalans kan påverkas, främst genom primärproduktion



Kätterer et al., 2012. Acta Agric. Scand.; Kirchmann et al., 2015 Den ekologiska drömmen

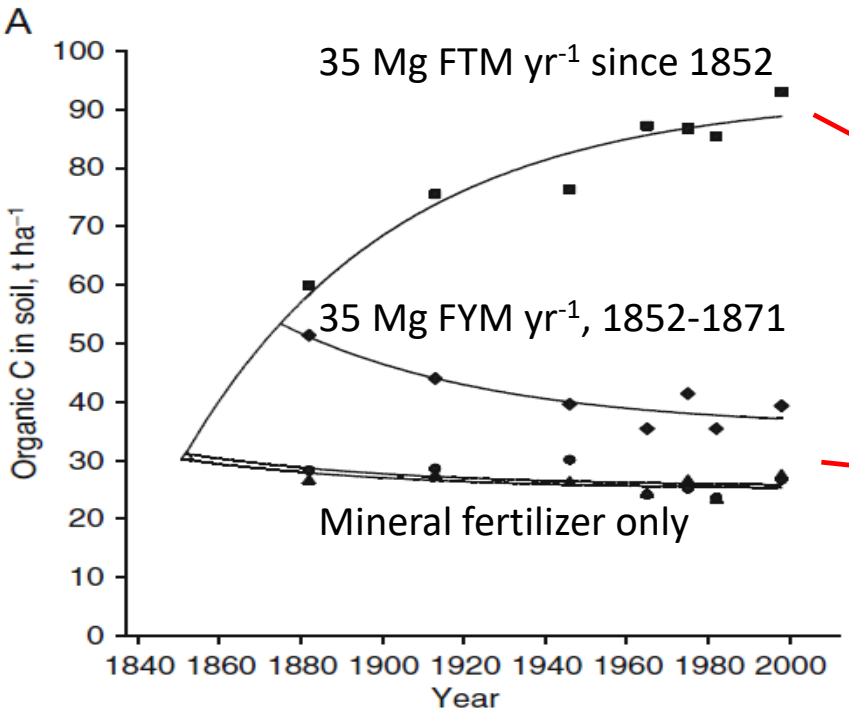
Kolinlagring – medeltal – global litteraturgenomgång
(Bolinder et al., 2020 in press)

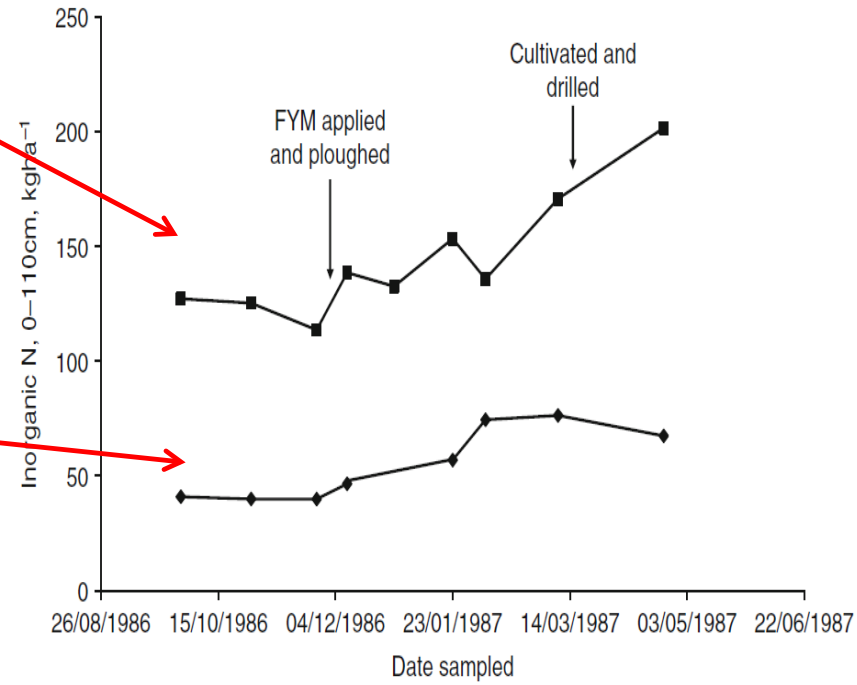
	Antal försök	C inlagring (ton/ha/år)
Fleråriga jämfört med ettårig grödor	15	**0.5**
Organiska restprodukter	217	**0.4**
Fång-/mellangrödor	176	**0.3**
N-gödsling	183	**0.2**
Skörderester lämnas	279	**0.1**
Plöjningsfri/reducerad jorbearbetning	101	**<0.1**

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 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
- 2,4 Mton CO_2 fastläggs årligen f.n. i mineraljordar
- 3,4 Mton CO_2 släpps ut från mulljordar – mera kunskap behövs
- Potential: 0,5 Mton CO_2 kan fastläggas med fånggrödor
- Potential: Ytterliga 1 Mton CO2 – fleråriga bioenergigrödor på trädesarealen och intensifiering av vallodling
- Uthållig intensifiering för minskad avskogning
- Risker: Kolinlagring är reversibel – beror på landanvändning och skötsel som snabbt kan ändras
- Utmaningar: Effektiva styrmedel behövs som gynnar en klimatsmart och mera uthållig produktion av mat, energi och råvaror för en växande bioekonomi

Läsvärt!

Så klarar det svenska samhället klimatmålen
En delrapport från IV
Så klarar Sveriges transporter klimatmålen
En delrapport från IVA-proj
Så klarar det svenska energisystemet
En delrapport från IVA-projektet
TEMA:
KLIMAT-RESURSER-ENERGI
SEPTEMBER 2019
Så klarar det svenska jordbruket klimatmålen
En delrapport från IVA-projektet Vägval för klimatet
TEMA:
KLIMAT-RESURSER-ENERGI
OKTOBER 2019
IVA
Kungl. IngenjörsVetenskaps Akademien
Så når Sverige klimatmålen
Syntesrapport för IVA-projektet Vägval för klimatet
TEMA:
KLIMAT-RESURSER-ENERGI
FEBRUARI 2020
IVA
Kungl. IngenjörsVetenskaps Akademien

Tack för din uppmärksamhet!

Tack till alla kollegor som har bidragit,

särskilt Martin Bolinder, Gunnar Börjesson, Holger Krichmann, Christopher Poeplau

Tack till våra finansiärer, främst Formas och SLF

Foto: G Börjesson

FORMAS | ETT FORSKNINGSRÅD FÖR HÅLLBAR UTVECKLING
A SWEDISH RESEARCH COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Stiftelsen Lantbruksforskning

SLU