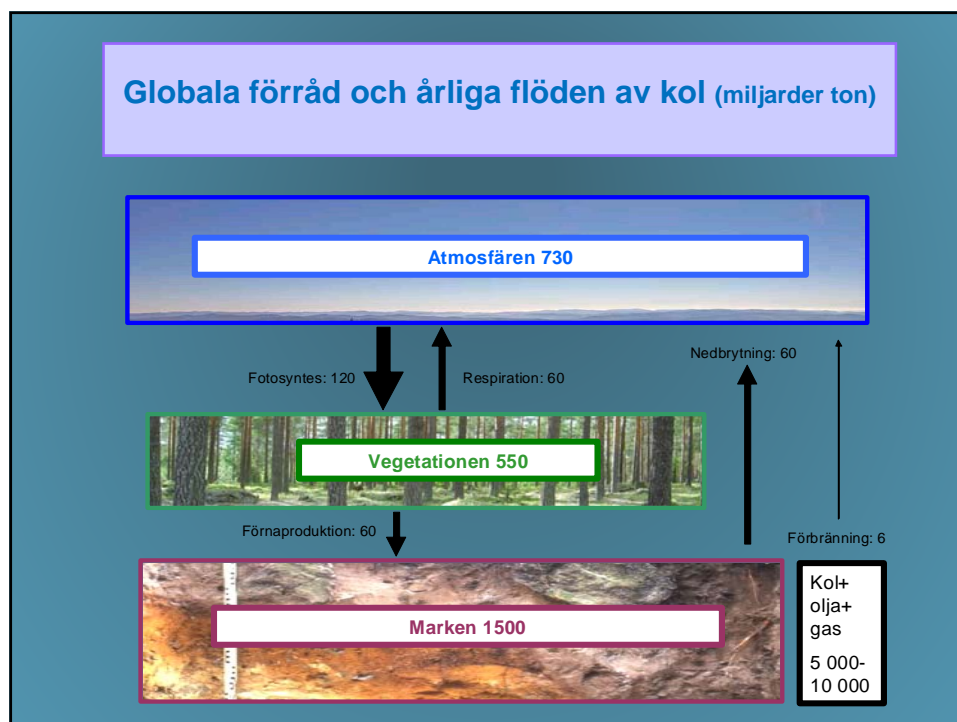


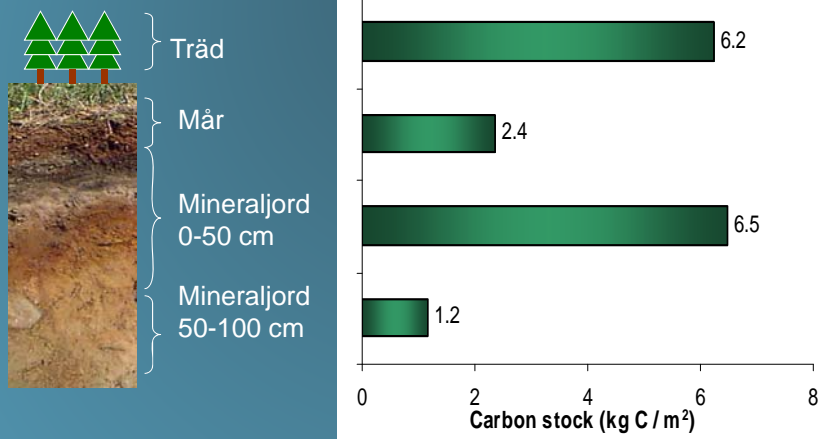
Nedbrytning och humusbildning i skogsmark

Mats Fröberg,
Institutionen för vatten och miljö, SLU

mats.froberg@slu.se
018-67 22 33



Kolförråd i en granskog i Småland (Asa, Kronobergs län)



Mull



Mineraljordsblandad

Mår



Rent organiskt skikt

Förna

Dött organiskt material på och i marken vilket fortfarande helt eller delvis har kvar sin ursprungliga struktur och alltså ännu inte brutits ned till oigenkännlighet.

Humus

Mörkfärgad, nästan svart, organisk substans i framför allt jord och torv

Nationalencyklopedin

**I marken**

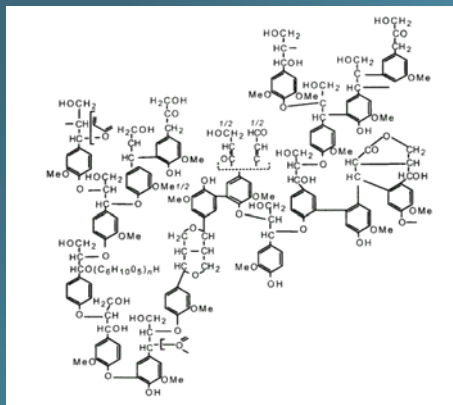
Förna: Något hundratal gram per m².

Humus: ~ 10 kg per m².

Förnans sammansättning

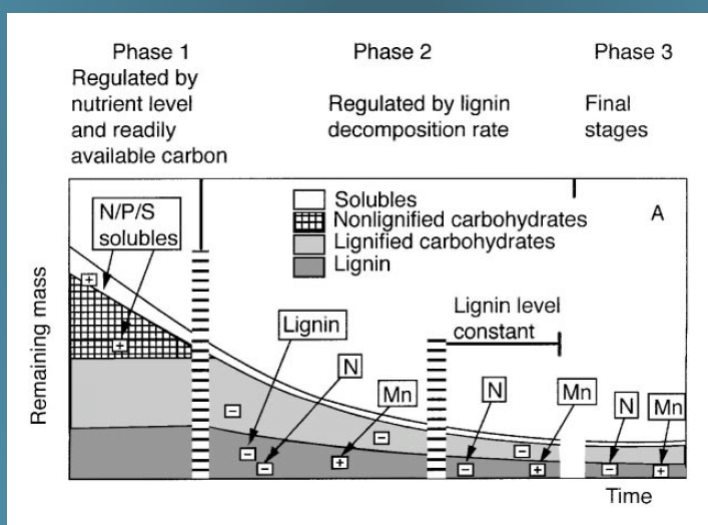
Till stor del växtmaterial:

Cellulosa
Hemicellulosa
Lignin (vedämne)
Pektiner
Proteiner
Lipider



Del av ligninmolekyl

Förnedbrytning



- Låg C/N-kvot i förnan ("mycket kväve") => Snabb initial nedbrytning, men långsam nedbrytning av mer nedbruten förna och humus.
- C/N-kvoten minskar med ökande nedbrytningsgrad

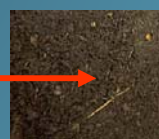
Färsk förna:
Hög C/N-kvot (Lite N)
Nedbrytning går snabbt



Effekt av N-gödsling:
Nedbrytningen går
snabbare



Nedbruten humus:
Låg C/N-kvot (Mycket N)
Nedbrytning går långsamt

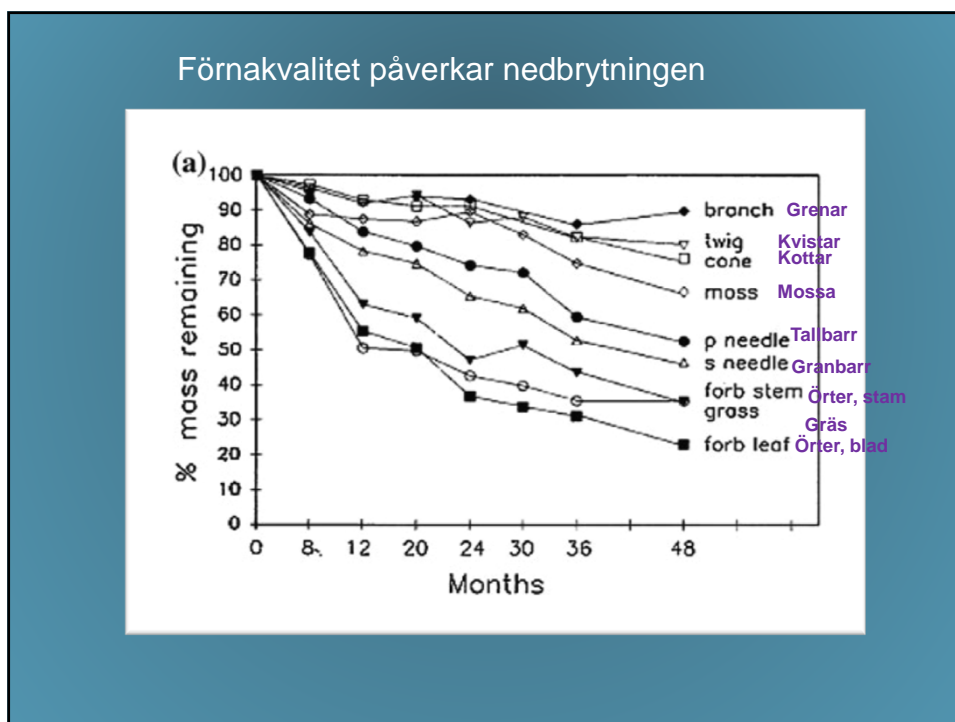
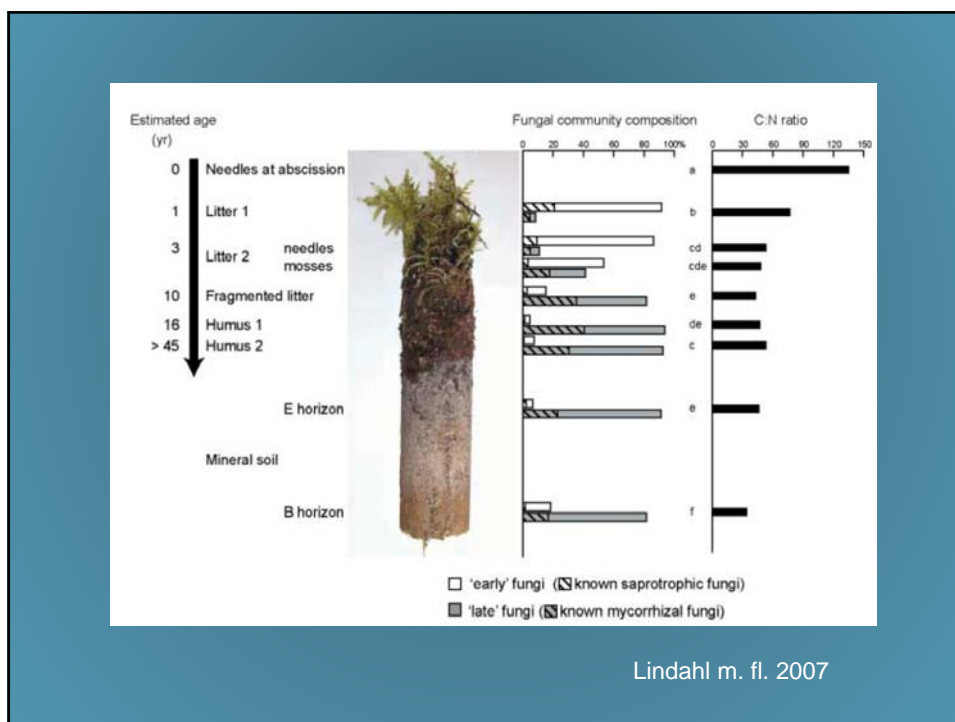


Effekt av N-gödsling:
Nedbrytningen går
långsammare

Varför negativ effekt av kväve på nedbrytningen för humus?

Två hypoteser:

- Mycket kväve gör att en större mängd svårnedbrytbara föreningar bildas under nedbrytningen.
- Mykorrhizan är viktig för nedbrytningen av humus.
Mycket kväve gör att trädet inte behöver satsa resurser på mykorrhizan.



1. Färsk förna.

Lättnedbrytbara (lättlösliga) föreningar bryts ned
Mer näringsämnen (N, P m.m....) gynnar nedbrytningen.



Kol respireras. Kväve blir kvar, d.v.s. C/N minskar.
Upp till hälften av kolet kan försvinna under första året.

2. Delvis nedbruten förna.

Nedbrytning av cellulosa, hemicellulosa etc.
Lignin bryts ned långsamt.



3. Humusnedbrytning.

C/N-kvoten har sjunkit.
Mer kväve gör att nedbrytningen går långsammare.



Mestadels svårnedbrytbara föreningar kvar.
Långsam nedbrytning.
Kan bli kvar i marken i hundratals år.

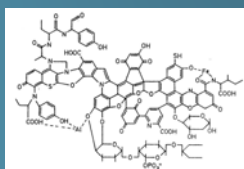


Varför så stora skillnader i nedbrytning? Stabiliseringsmekanismer

Biologisk/kemisk stabilisering

Kemiska förändringar av
det organiska materialet

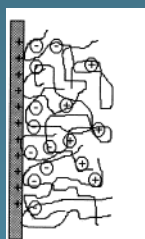
Selektivt bevarande



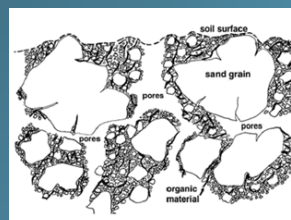
Fysisk stabilisering

Aggregering

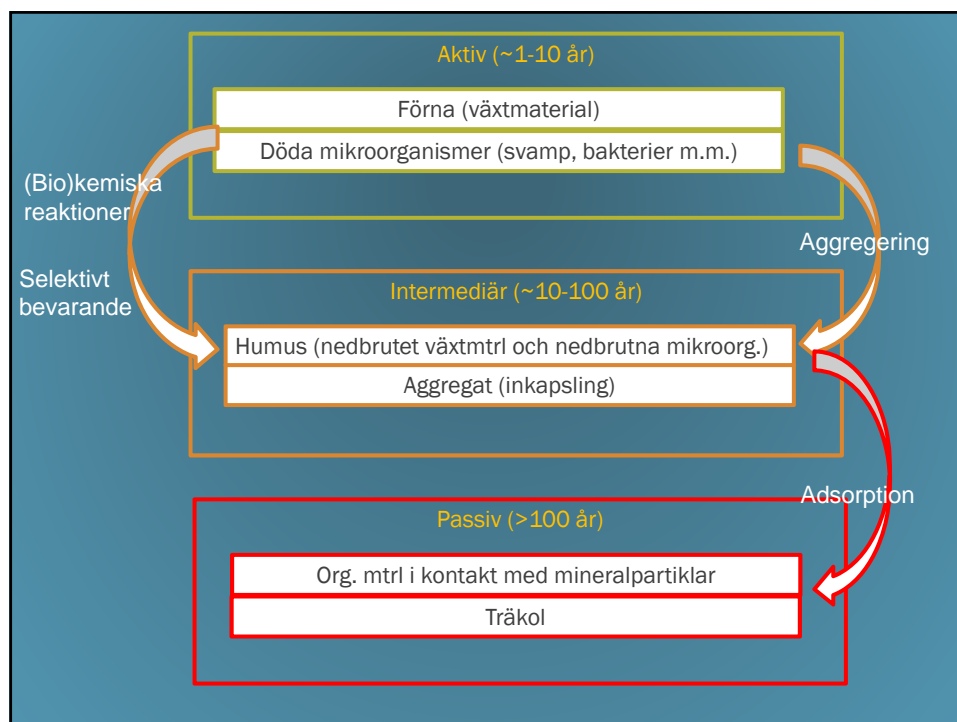
Stark bindning till
mineralpartiklar



Adsorption



Aggregering



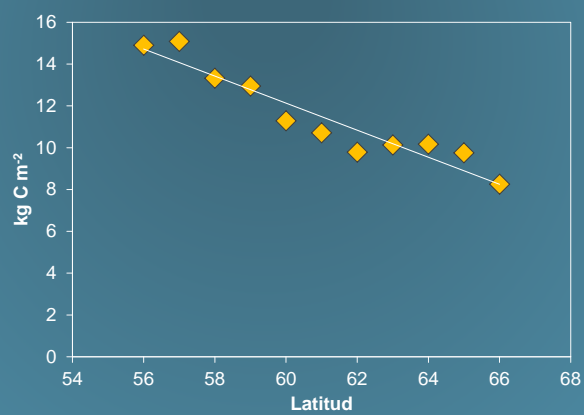
Var finns mest kol i skogsmarken?

- Norra Sverige eller Södra Sverige?

- Varför?

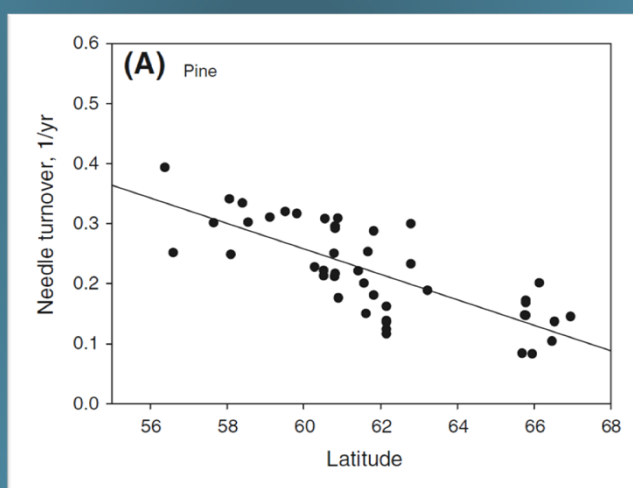
- Vilka faktorer kan påverka skillnader i kolförråd mellan olika områden i landet?

Kolförråd i svensk väl-dränerad skogsmark, 0-100 cm djup



Söder ← → Norr

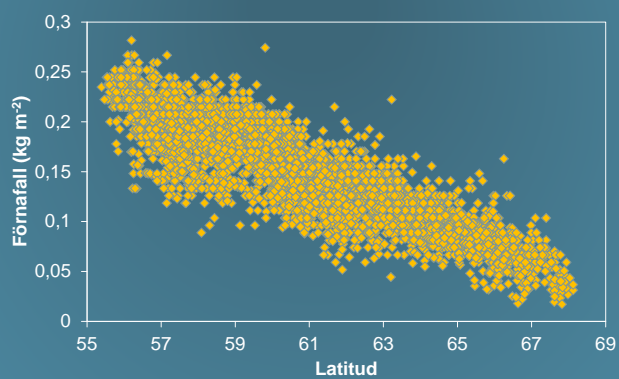
Nedbrytning går snabbare i ett varmare klimat



Ågren m. fl. 2008

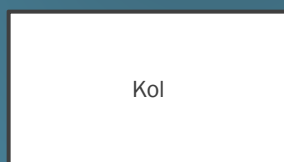
I södra Sverige:

Träden växer bättre och förnafallet är större än i norra Sverige.



Förnafall

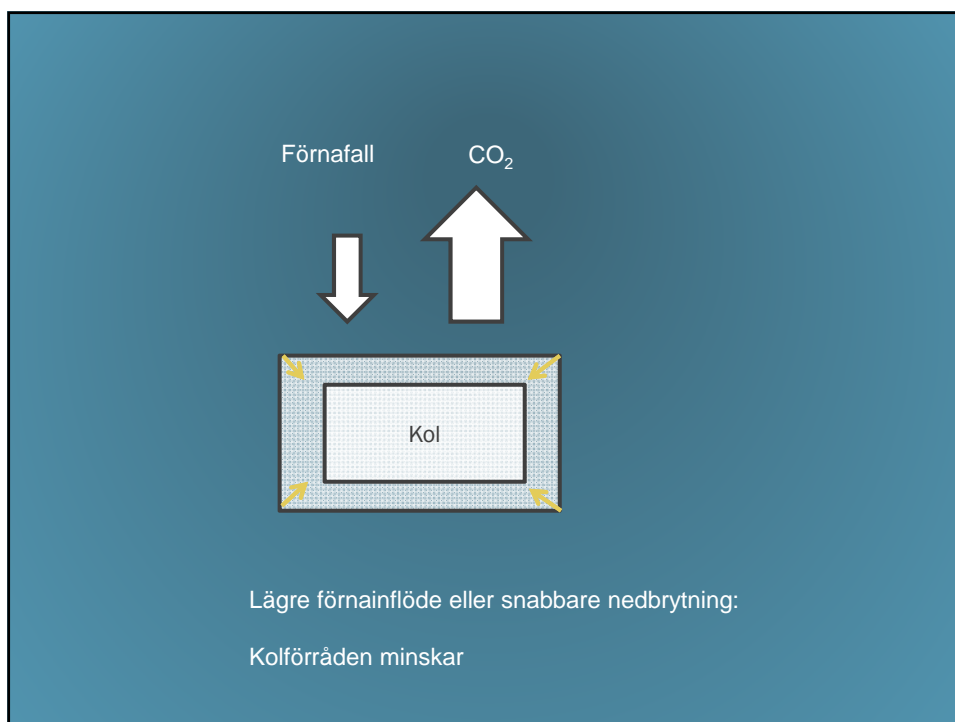
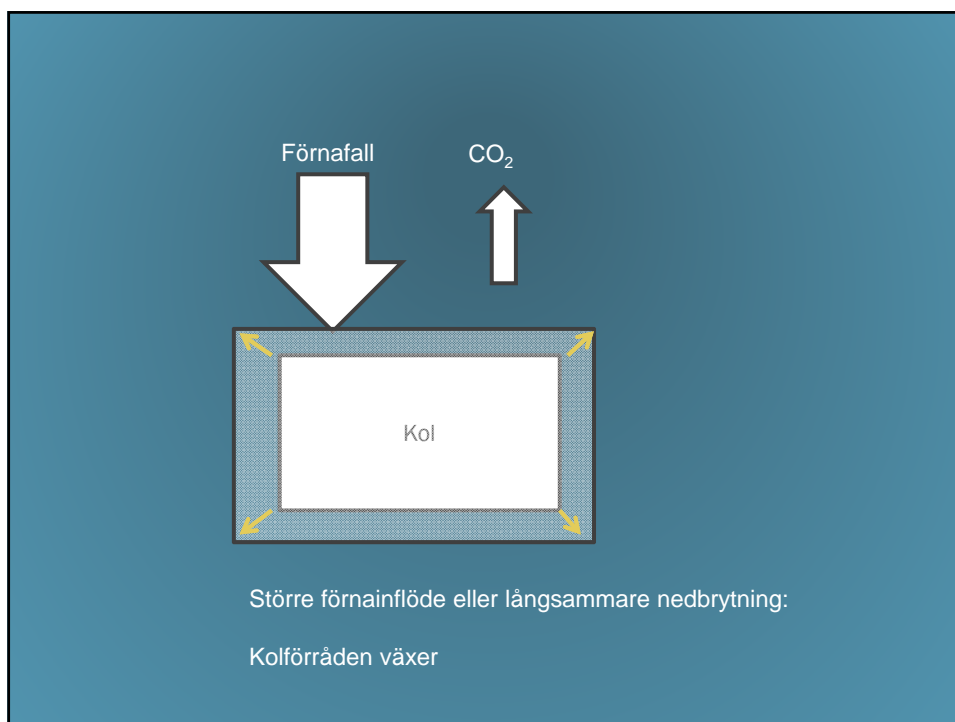
CO₂

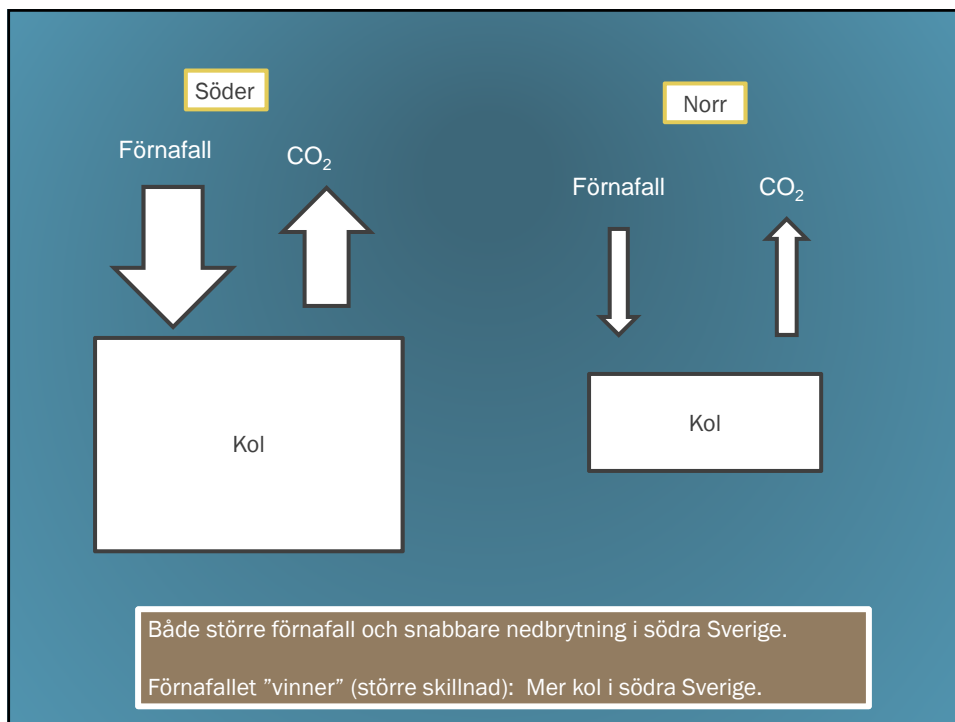


Kol

Jämviktsläge ("Steady state"):

Balans mellan input och output





Hur ser det ut globalt?

Tvärtom! Mängden kol i marken ökar när man går från ekvatorn mot polerna.

Fuktighet

Lagom är bäst!

Torr mark: Långsam nedbrytning p.g.a. vattenbrist.

Blöt mark (t.ex. myr) : Långsam nedbrytning p.g.a. syrebrist.



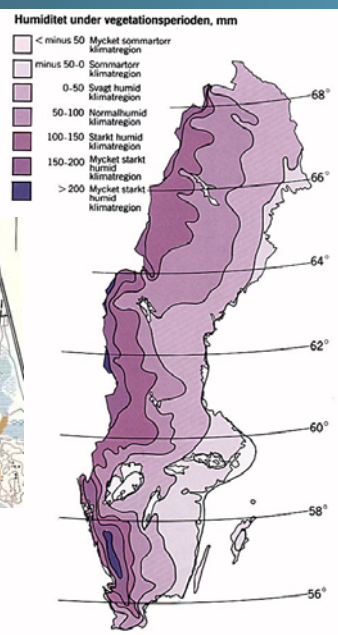
Faktorer som påverkar markfuktigheten:

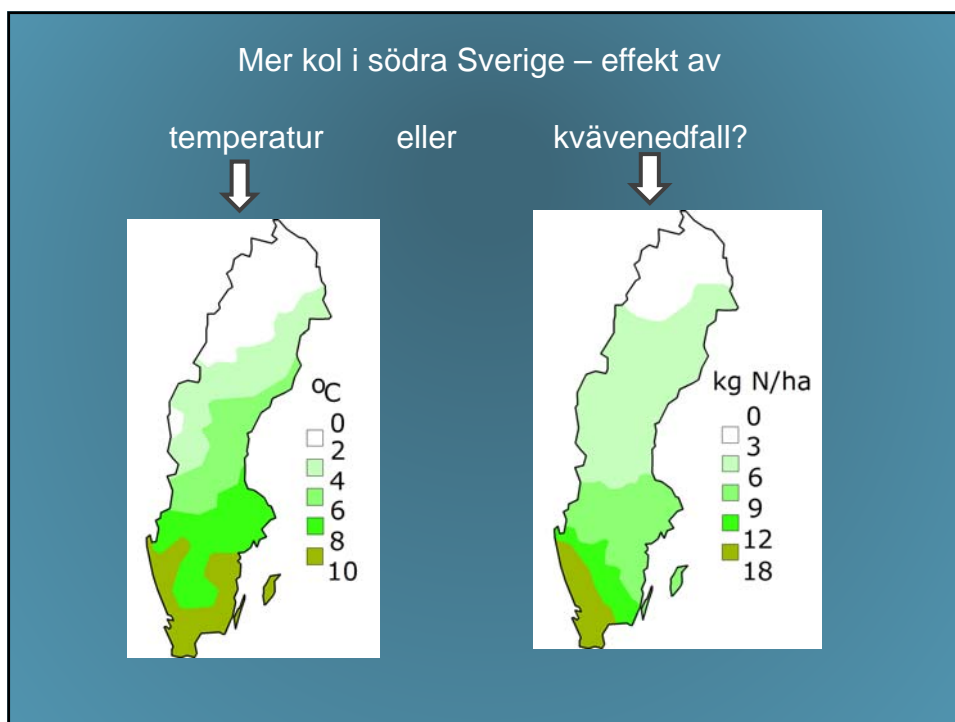
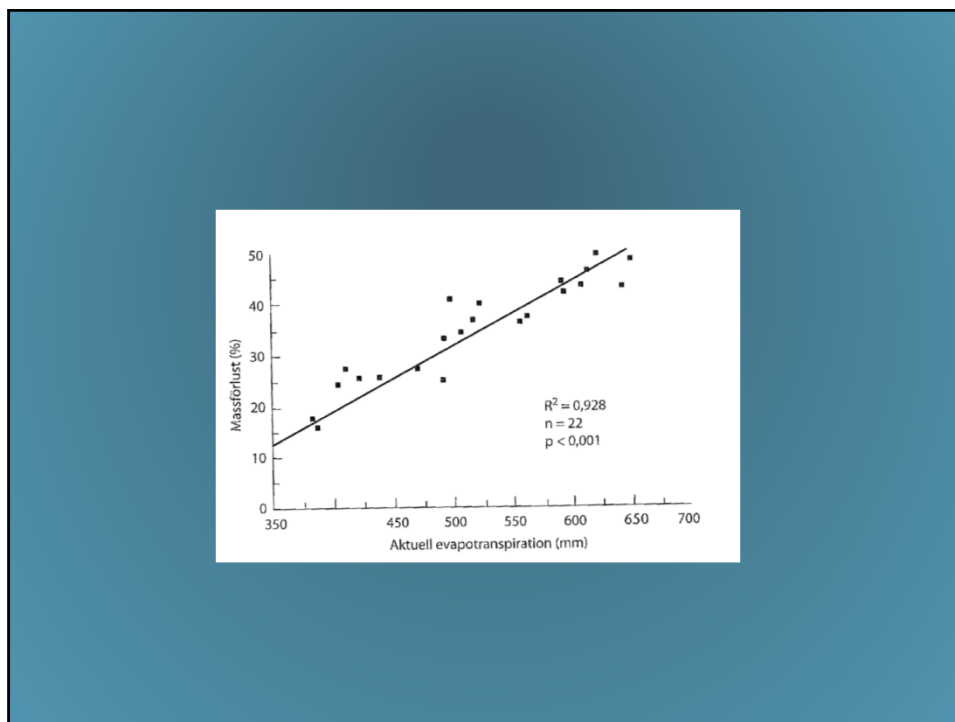
- Humiditet =
Nederbörd – (Avdunstning + Transpiration)

- Topografi



- Textur





Kvävenedfallets effekt på nedbrytningen



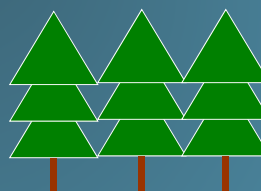
Färsk föna:
Effekt av N-gödsling:
Nedbrytningen går
snabbare

Nedbruten humus:
Effekt av N-gödsling:
Nedbrytningen går
långsammare

Kvävets effekt på tillväxt och förnproduktion

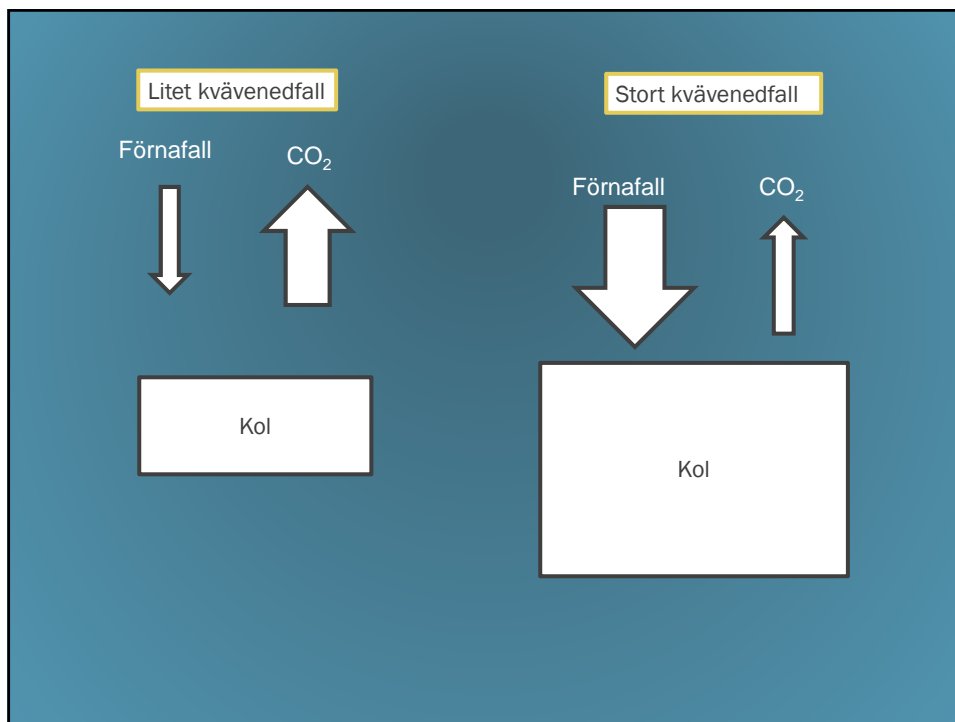


Litet kvävenedfall



Stort kvävenedfall

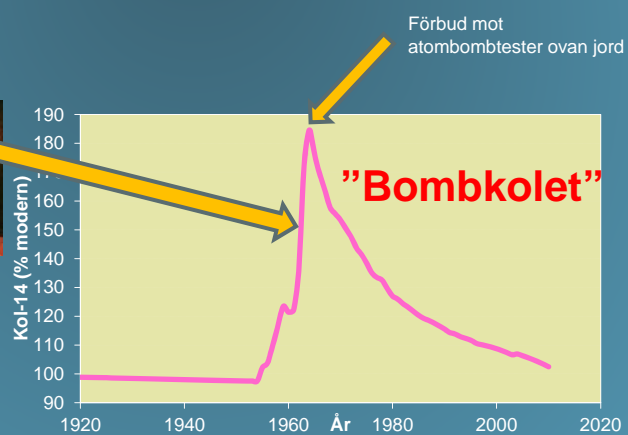
Kväve = gödning

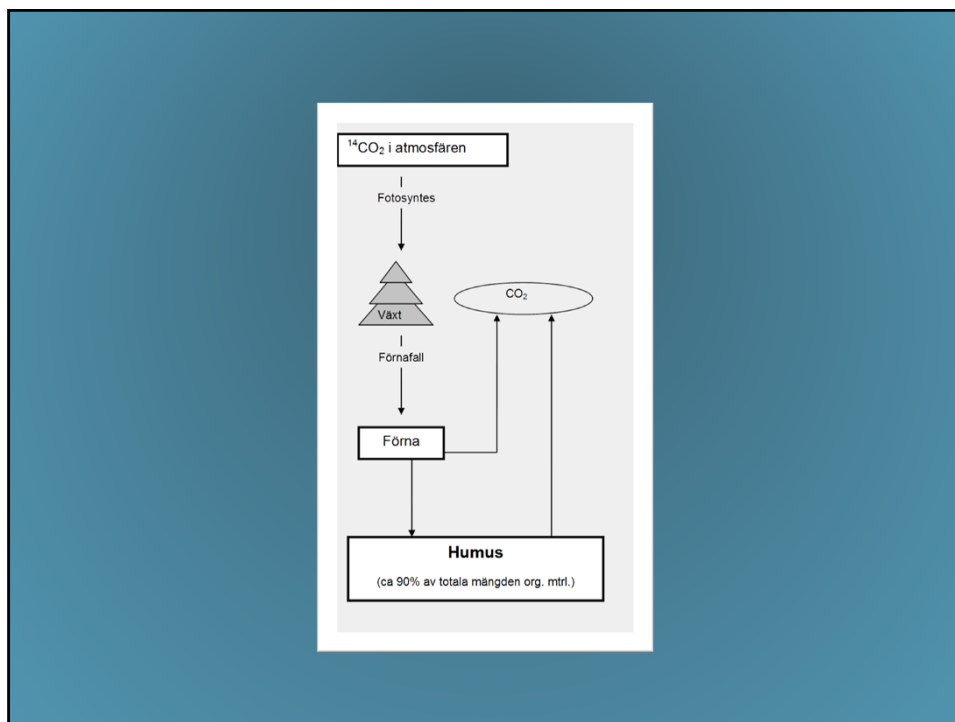


Kol-14-mätningar för att bestämma omsättnings hastigheten för kolet i markens mårskikt i olika delar av Sverige.

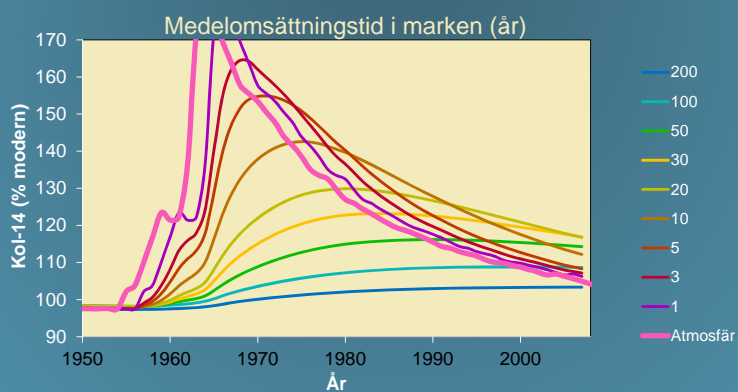
Fröberg m.fl. 2012. Biogeochemistry

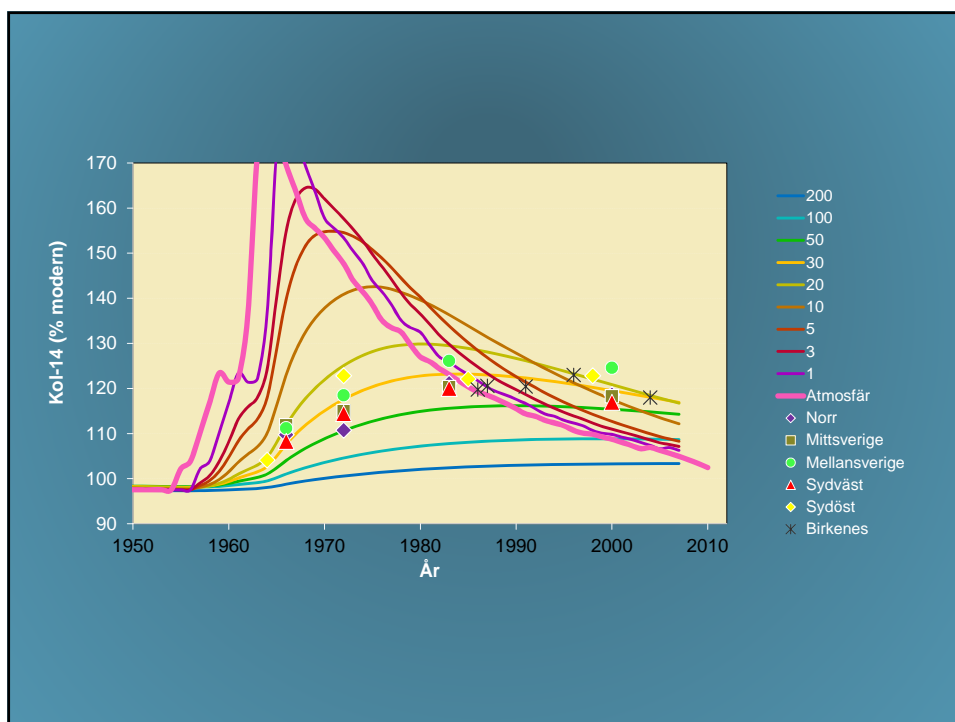
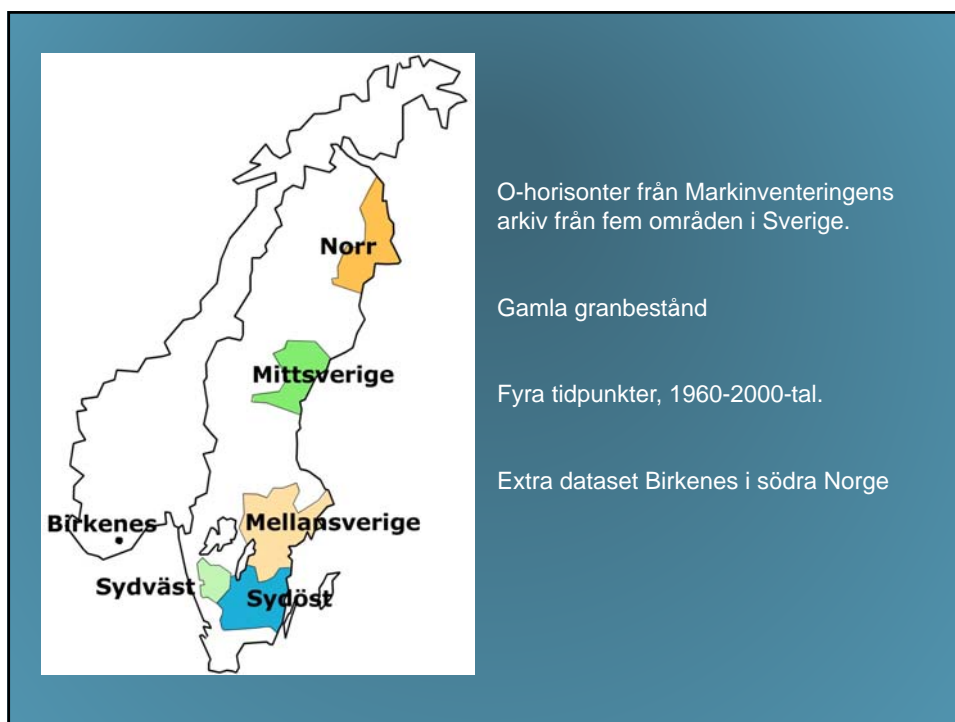
Testsprängning av atombomber

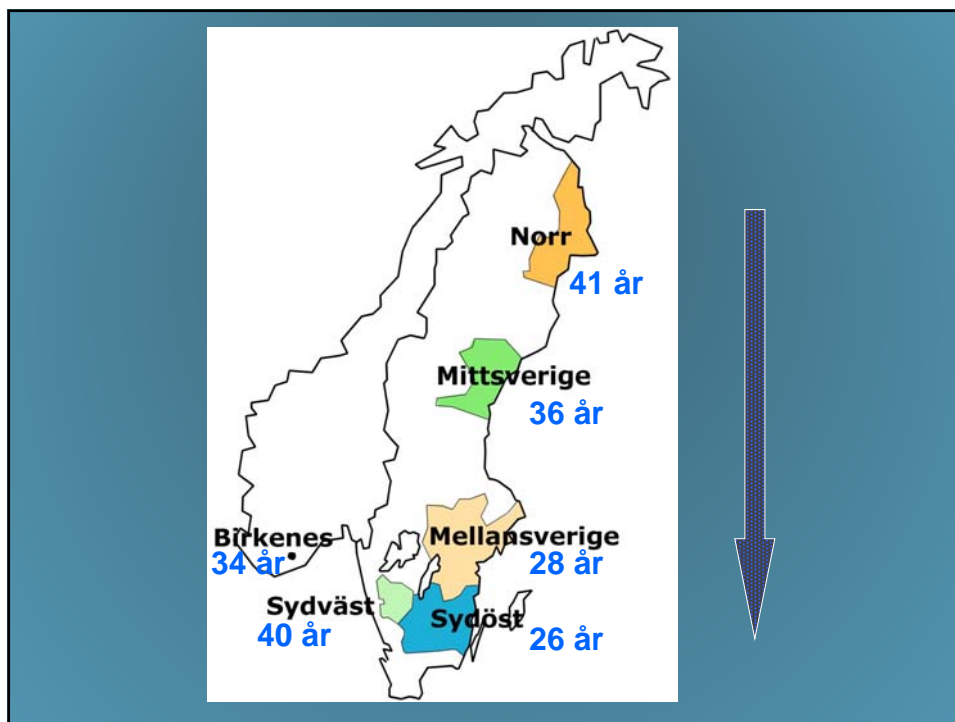
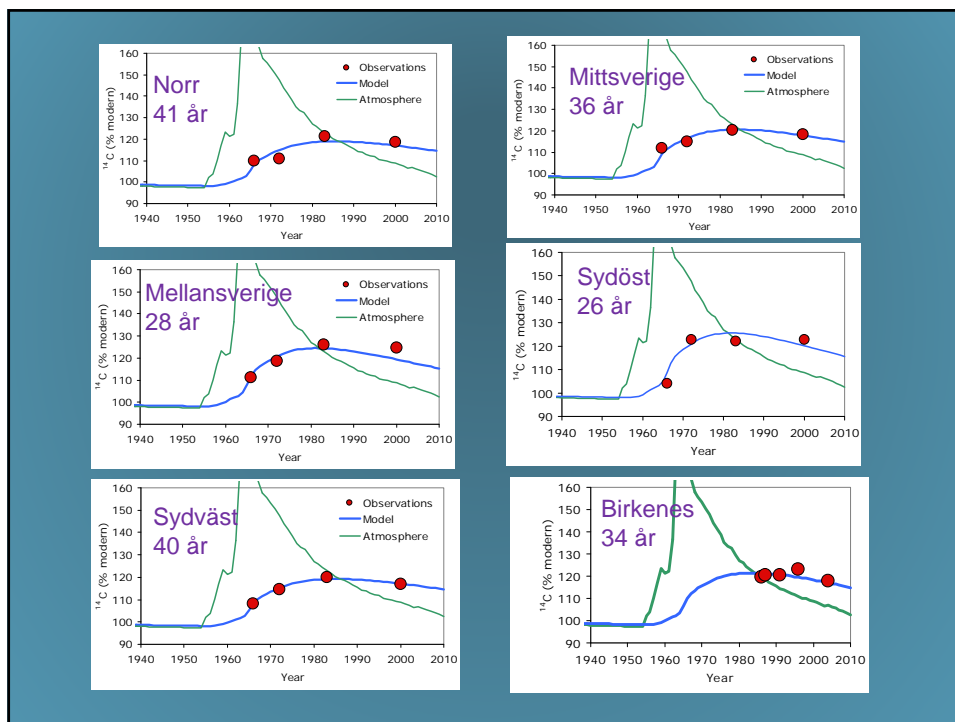


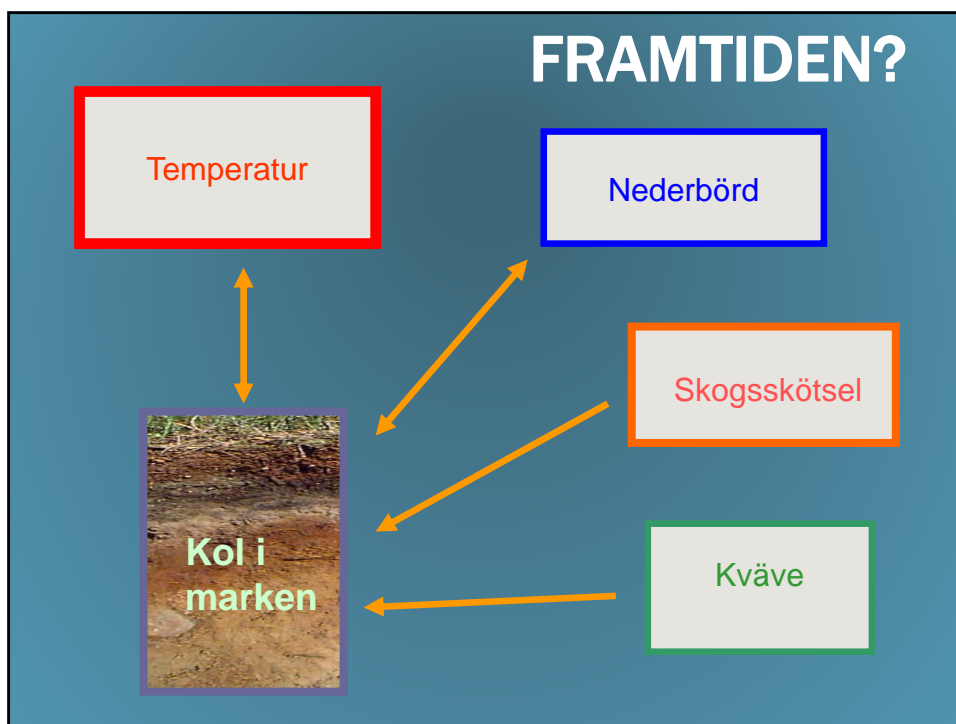
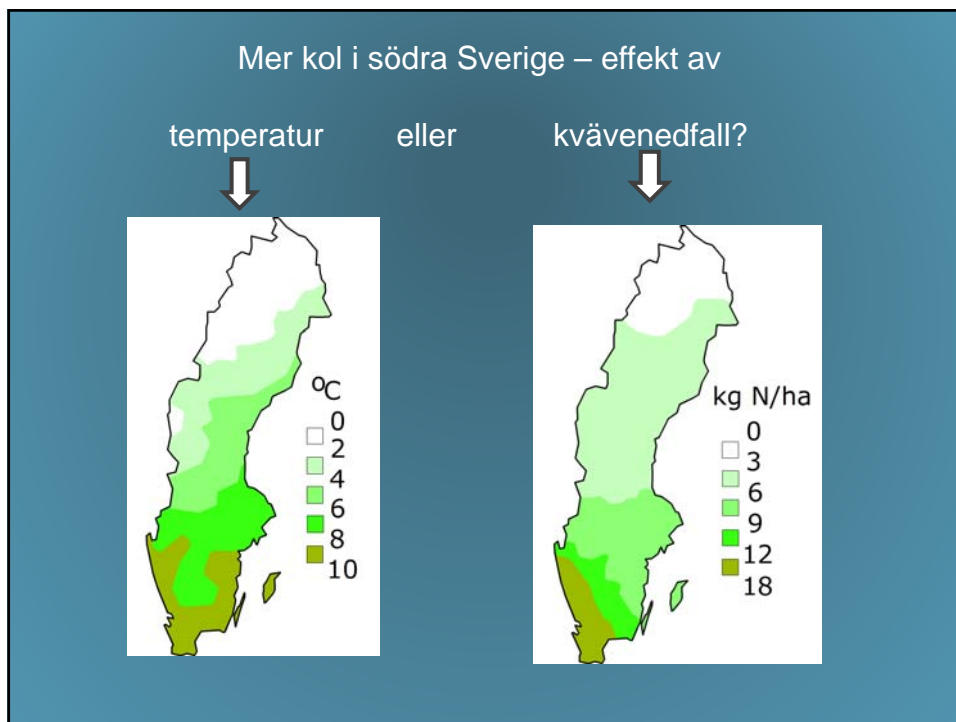


Kol-14 i markens organiska material ger information om hur snabbt nedbrytningen går.

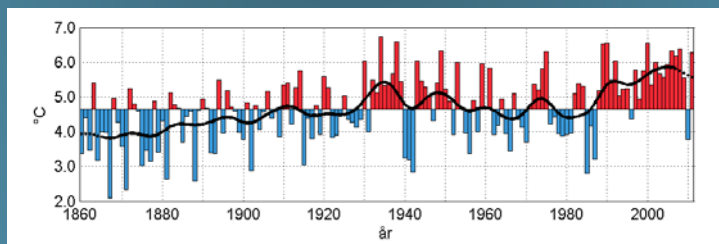






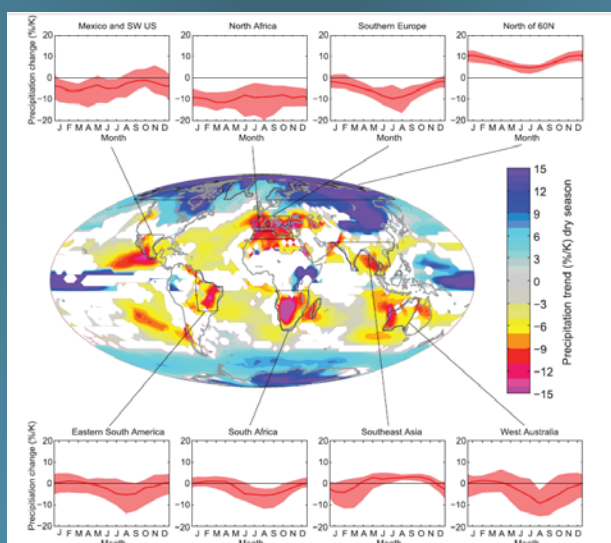


Temperatur



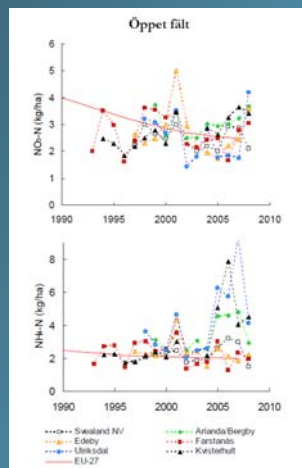
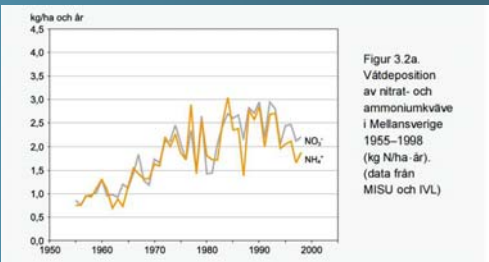
Stigande temperaturer

Nederbörd



Kvävenedfall

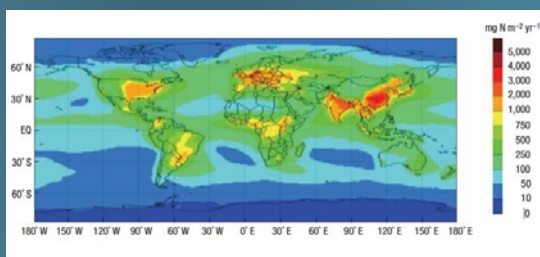
Kväve



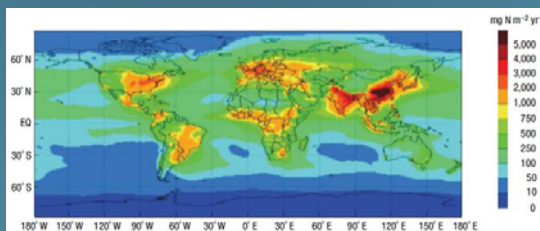
Kvävenedfall

Kväve

År 2000



Prognos
år 2030



Reay m.fl. 2008 (Nature Geoscience)

Skogsskötsel

Ökad efterfrågan på biobränsle.

Ökat uttag av GROT (Grenar Och Toppar) och stubbar

Intensivskogsbruk med gödsling?

Sammanfattning

- Det finns mycket organiskt kol i marken!
- Mycket av kolet finns i form av humus i mineraljorden.
- Nedbrytningen av förna och humus påverkas av
 - kemisk sammansättning
 - fysisk stabilisering
 - temperatur
 - fuktighet
 - kvävestatus
- Mängden kol/organiskt material i marken styrs av balansen mellan förnaproduktion och nedbrytning.