



Skogen

Och dess roll i samhället

1



Historisk översikt

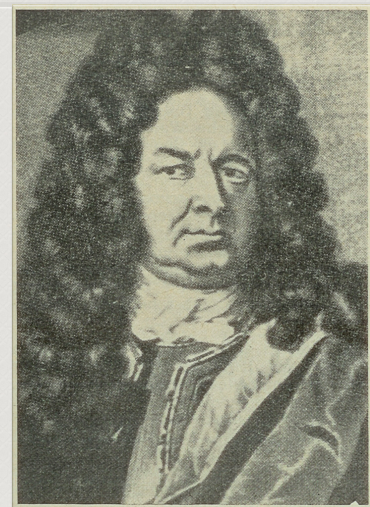
2

Tiden innan 1750 - internationellt

- ✿ *Skogen ansågs vara en resurs där man kunde hämta virke till byggnader och skepp, ved, låta boskap beta i, skörda nötter, svamp, blåbär, lingon, träkol till järnframställning etc.*
- ✿ *Att den kunde ta slut fanns inte på kartan*
- ✿ *Men 1713 började saker att hända...*

Hanns Carl von Carlowitz

- ✿ *Hanns Carl von Carlowitz, (24 december 1645 - 3 mars 1714), en tysk skatteförvaltare och gruvadministratör.*
- ✿ *Hans bok "Sylvicultura oeconomica, eller meddelandet om hushållsekonomi och naturlig instruktion för avel av vilda träd" (1713) var den första omfattande avhandlingen om skogsbruk.*
- ✿ *Han anses vara far till hållbart skogsbruk.*

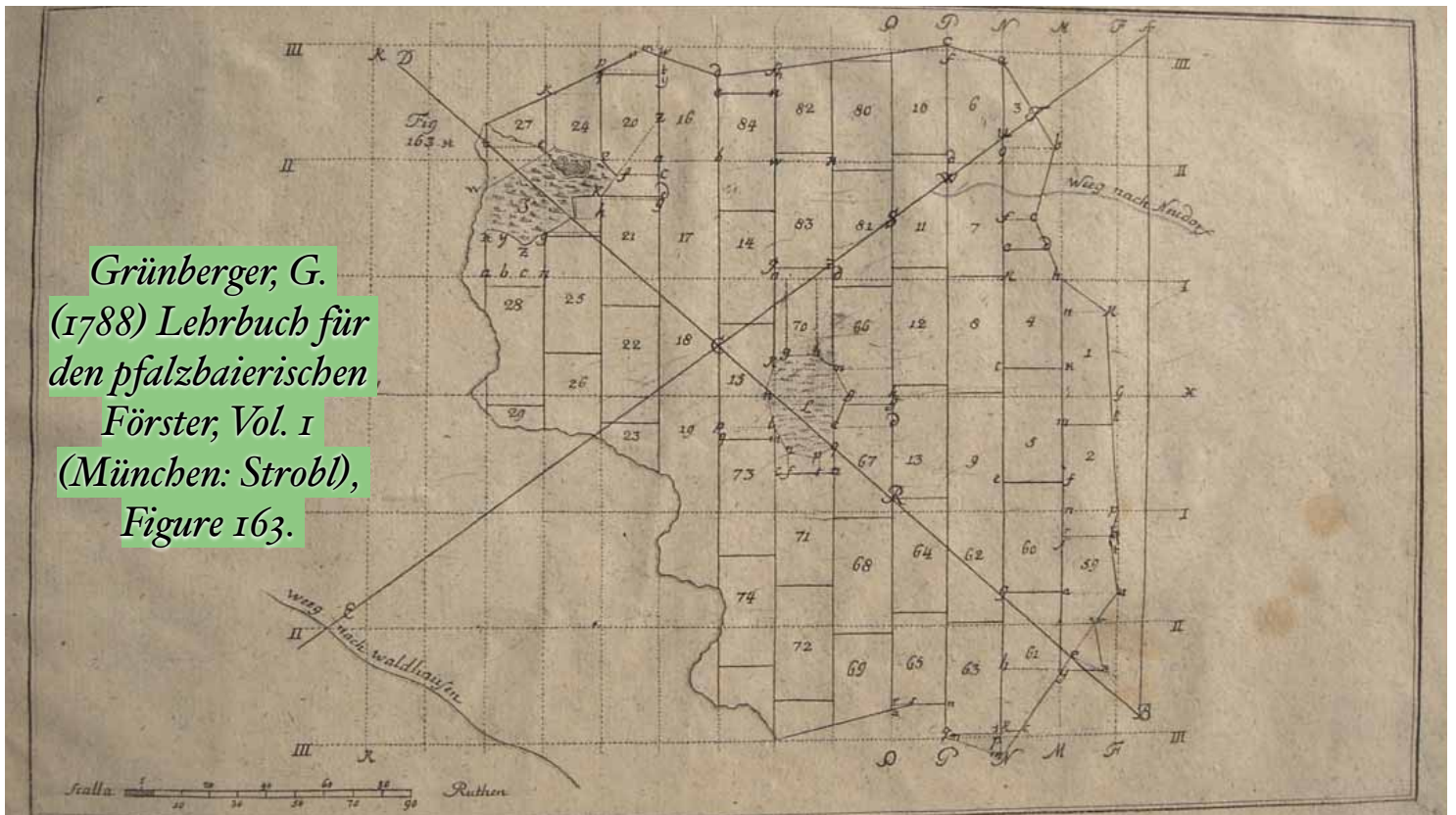


Hållbart skogsbruk enligt Carlowitz

- ✿ *Nu när de inre delarna av jorden har låtit oss upptäcka deras malm under så mycken möda och kostnader, kommer det att uppstå brist på trä och kol; därför kommer den största konsten, kunskapen, ansträngningen och uppfinningen i vårt land att vara hur man byter upp bevarande och odling av trä för att uppnå dess kontinuerliga, hållbara och oavbrutna användning, för detta är en fråga utan vilken vårt land inte kan förbli i dess rikedom (Carlowitz, 1713, s. 105f).*

Vetenskapligt skogsbruk

- ✿ *Under upplysningstiden (ca 1750-1830) införde man skogsskötsel enligt vetenskapliga principer med ett enda syfte: Att få så stor avkastning som möjligt!*
- ✿ *Det var den tidens hållbarhet och den definitionen har i svensk lagstiftning kring skogsskötsel varit kvar till 1993.*
- ✿ *Ett exempel är Gert Grünberger (1745-1820) som 1788 publicerade en lärobok i skogsskötsel.*



Grünberger, G.
 (1788) Lehrbuch für
 den pfalzbaierischen
 Förster, Vol. I
 (München: Strobl),
 Figure 163.

Vetenskapligt skogsbruk enl Grünberger

- Grünbergers karta från 1788 antydde att "hållbart skogsbruk" var en fråga om matematisk precision och en skogsarbetares erfarenhet av fältarbete, lokal geografi samt botanik.
- Det handlade inte om att förhandla om lokala rättigheter och behov, att möjliggöra offentlig debatt om hur en skog ska se ut eller att ta hänsyn till skogens ekosystem. Skogen antogs vara homogen.
- Kartan och det vetenskapliga tillvägagångssättet som den stod för baserade sig på att skogarna var skilda från deras naturliga och sociala miljöer.

Vetenskapligt skogsbruk i allmänhet

- ✿ *Vetenskapligt skogsbruk syftade till att producera så mycket timmer som möjligt,*
- ✿ *De såg skogen som en ekonomisk tillgång och betande djur, plockning av ved var förbjudet.*
- ✿ *Bönderna hade använt skogen som en resurs men nu nekades dem och de började slå tillbaka.*
- ✿ *1848-revolutionen inspirerade dem.*

Vetenskapligt skogsbruk

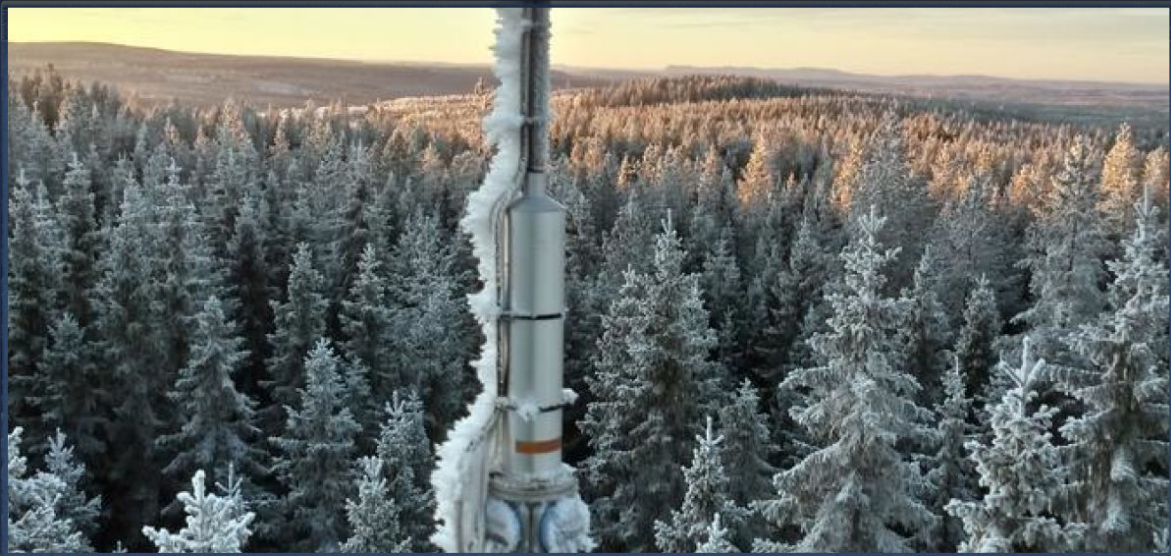
- ✿ *"Skogsgräs" eliminerades, betesmarker och buskage förändrades till högskog och blandade skogar förvandlades till åldersgrupperade gran- eller ekplantager. I Sverige gran och tall.*
- ✿ *Skogsbruket drabbade lokalbefolkningar radikalt, kränkte deras tillgång till miljön i deras närhet och hindrade deras förmåga att hantera ekonomiska kriser. Men det lovade hållbar produktion av värdefullt virke och intäkter för statskassan*

Konsekvenser av vetenskapligt skogsbruk

- ✿ *Efter några generationer (cirka 40 år) dyker upp nackdelarna med det vetenskapliga skogsbruket:*
 - ✿ *Skadedjur,*
 - ✿ *Kraftig vind och vindfällen*
 - ✿ *Markerosion*
 - ✿ *Torka.*

Svenska förhållanden

- ✿ *I mitten av 1800-talet växte det upp stora sågverk, främst i Norrland*
- ✿ *De ägnade sig åt rovdrift på skogen, exempel: Baggböle sågverk*
- ✿ *Sedan köpte man upp privata skogsfastigheter ofta till underpris*
- ✿ *För att stoppa detta inrättades 1855 en skogshushållningskommitté*
- ✿ *Problemet var att avverkningen skedde i betydligt högre takt än tillväxten*

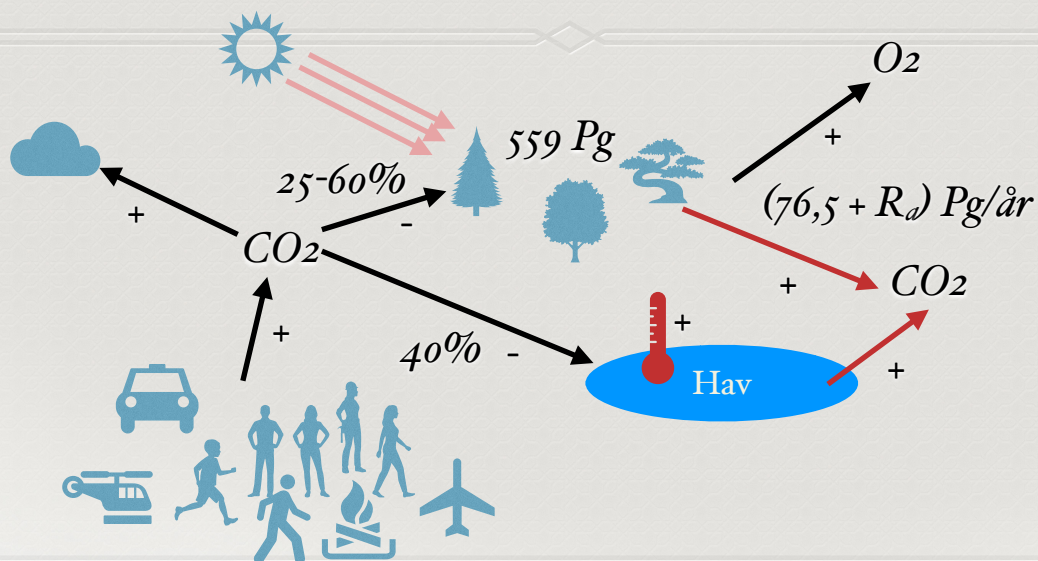


Skogen och klimatet

David Haddens avhandling 2017

13

Bakgrundsmodell

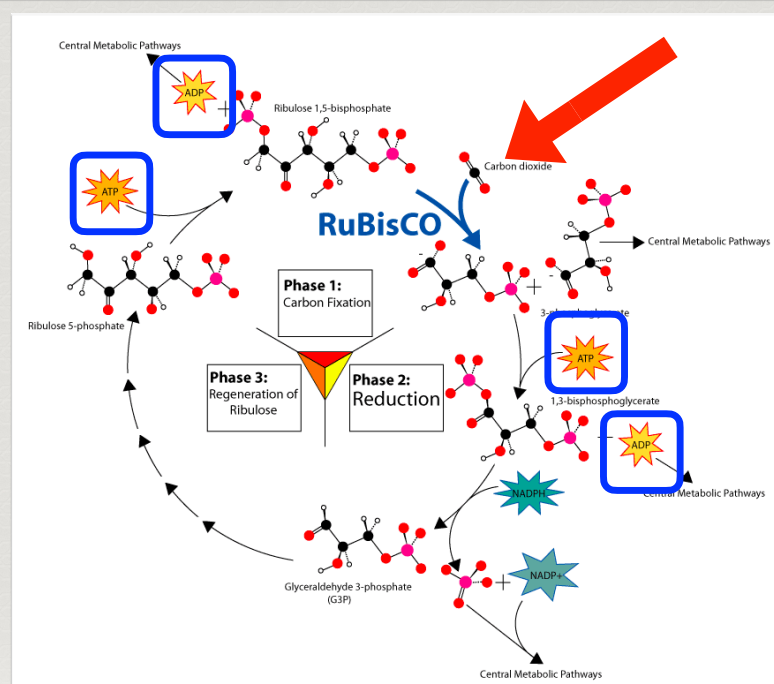


Andning (Respiration: R)

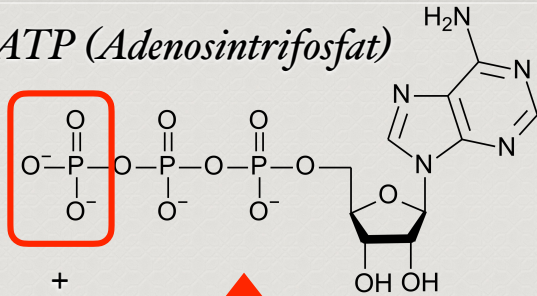
- R_a är CO_2 -frisläppning till atmosfären som ett resultat av växtmetabolismen. R_a kan returnera mer än 50% av det fixerade kolet under fotosyntesen
- R_b är frisläppandet av CO_2 till atmosfären genom sönderdelning av organiskt material av organismer som bakterier, svampar och markdjur.
- R_b är beroende av temperaturen i jorden, ju högre temperatur desto högre R_b .

Fotosyntesen

Enkel (!) beskrivning
Calvincykeln



ATP (Adenosintrifosfat)



+
 H_2O

ATP

ATP-cykel

ADP + Energi + PO_3^-

Oxidativ fosforylering

Glykolys

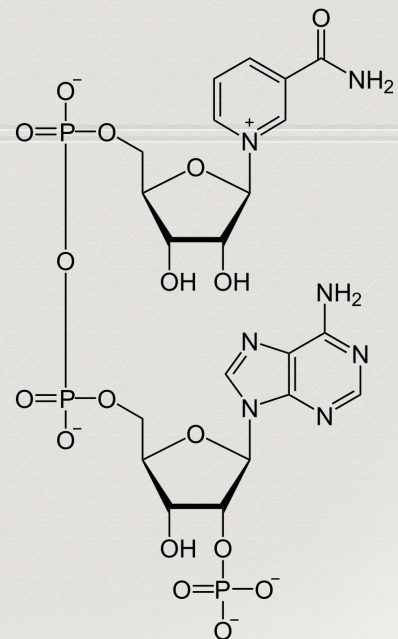
Energi

ATP är central för all ämnesomsättning. En människa behöver 83 kg ATP/dag
Men vi kan bara lagra 250 gr. Varje molekyl går genom cykeln 300 ggr/dag

17

NADPH

- På liknande sätt som ATP använder fosfat för att utvinna energi så använder NADPH kväve för samma sak.
- På samma sätt återbildas NADPH genom tillförel av energi
- Nikotinamid-adenin-dinukleotidfosfat



Samband

- *Miljövariabler som luftfuktighet, temperatur, solstrålningsnivåer, atmosfärisk CO₂-koncentration och näringsämne tillgänglighet har effekt på fotosyntetsens hastighet*
- *R_a reagerar också på dessa variabler, men inte på samma sätt*
- *LövAriaIndex (LAI) spelar stor roll för fotosyntesen*
- *Vanligtvis har barrskogar en mindre LAI än lövskogar och lövfördelningen är mer samlad i barrskogsbestånd*
- *När skogstaket stängs fungerar unga skogar som små kolsänkor.*
- *Upptagningsförmågan ökar när skogen når mognad och så småningom när skogen blir gammal rör sig kolbalansen mot neutralitet*

Odlade skogar

- *Odlade boreala skogar är homogena med liten mångfald trädarter och jämnåriga bestånd*
- *Odlade skogar ses generellt som stora kolsänkor på grund av deras stora basareal*
- *Kolbalansen i odlade skogar är dock beroende av många faktorer och varierar beroende på beståndets ålder*
- *Ett kalbygge en nettokälla för CO₂ till atmosfären på grund av avlägsnande av levande biomassa och ökad andning av marken.*
- *Men när vegetationen har återupprättats och fotosyntesen är större än R_a kan skogen ses som en nettokolsänka igen*

Urskogar

- ✿ *I Ryssland är 31% och i Kanada är 53% av skogen klassificerad som urskog (FAO, 2005).*
- ✿ *Med ett så stort område med urskog är det viktigt att ha en förståelse för hur dessa skogarna påverkar den globala kolbalansen.*
- ✿ *Ekologin för urskogar drivs till stor del av naturliga störningar som eld, stormar, insektsattacker och åldersrelaterad dödlighet*

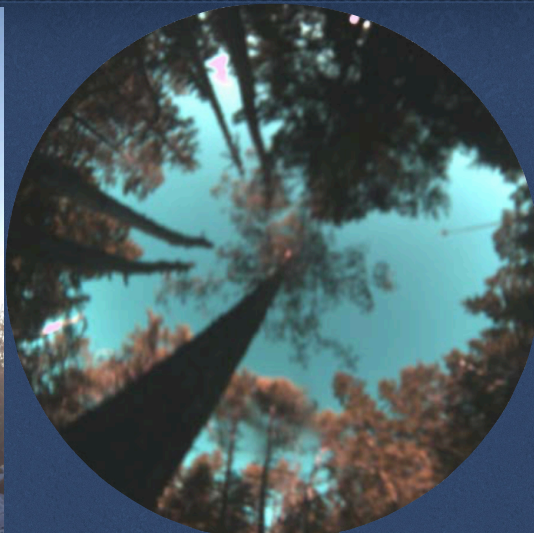


Urskogar

- ✿ *Variationen i lövfällning och en signifikant volym av grovt träskräp spelar en viktig roll för kolbalansen i urskogar.*
- ✿ *Gamla träd skördas inte i en urskog och när de så småningom dör lämnas de kvar på plats för att sönderfalla under lång tid*
- ✿ *En betydande andel av skräpved i urskogar härrör från självgallring, medan odlade skogsbestånd genomgår en planerad gallring och en stor andel av den gallrade biomassan tas bort från ekosystemet*
- ✿ *Under senare år lutar konsensus mot uppfattningen att urskogarna är måttliga kolsänkor*

Odlad (torv)mark

- *Jordbruket bidrar mycket till ökningen av växthusgaser med signifikanta årliga utsläpp av CO₂, metan (CH₄) och lustgas (N₂O).*
- *Det globala marken som använts för jordbruk har ökat dramatiskt på senare tid vilket resulterat i en ökning av växthusgasutsläpp till atmosfären.*
- *Omvandling av naturliga torvlandskap till odlad mark har en skadlig effekt på jordens kolbalans på grund av förruttnelse av organiskt material*
- *Jordtemperatur och markvatteninnehåll är viktiga variabler för att reglera CO₂-flöden från organiska jordar*
- *För närvarande diskuteras den direkta effekten av jordbearbetning på kolbalansen.*

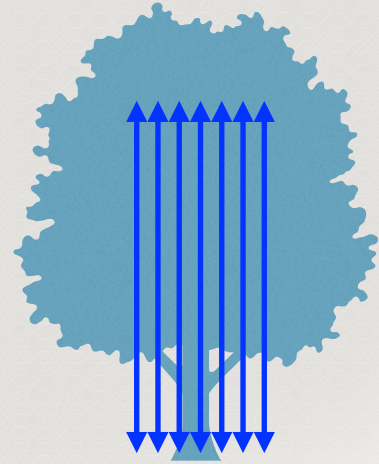


Mätmetoder

David Haddens avhandling 2017

Att mäta CO₂-halt

- *Det finns alltid strömmar i luften som rör sig vertikalt*
- *Genom att mäta luftfästigheten 10-20 ggr på sekund kan man beräkna utbytet mellan löv och mark.*
- *Rent praktiskt görs det med ljudvågor i ett rör, tämligen högt upp*
- *CO₂-densiteten kan uttryckas som medelluftdensitet multiplicerad med CO₂-blandningsförhållande.*

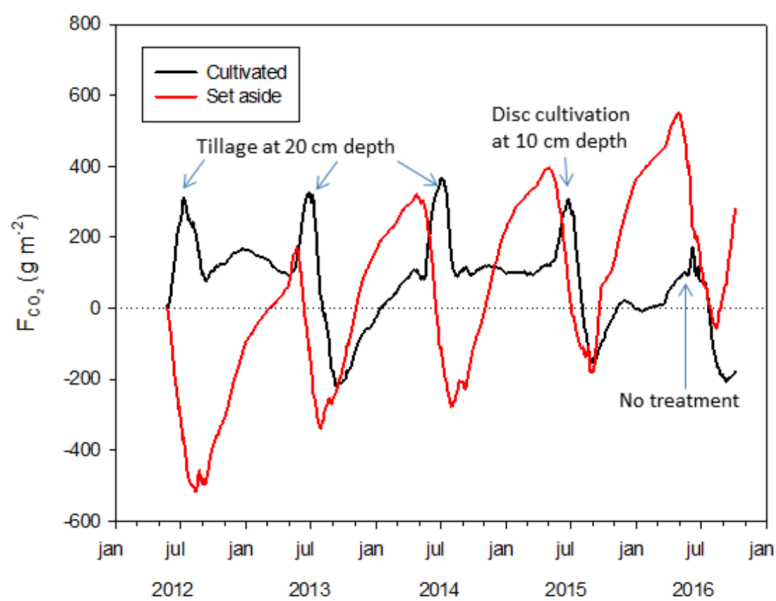


Vad som studerats

- *Avhandlingen bygger på fyra studier:*
 1. *Kolbalansen i jordbruksmark*
 2. *Kolbalansen i skogar (2 studier)*
 3. *Kolanvändningseffektiviteten hos mykorrhizala svampar i tallkronor*
- *Man mäter nettoutbytet av CO₂ mellan atmosfär och terresta system. Men vad bidrar fotosyntesen med?*
- *Man mäter totala ekosystemets brutto respiration minus brutto fotosyntetisk produktivitet. Det som produceras i mörkret är total bruttorespiration och ökningen under dagtid är brutto fotosyntetisk produktion.*

Löv-index (LAI)

- *Upptaget av CO₂ beror på hur stor del av himlen som lövverket täcker.*
- *Detta kan göra på många olika sätt, men de är alla osäkra och mycket beroende av vem som mäter*



Resultat

Skogen

- *Studierna I och II fokuserade på kolbalansen i en förvaltad respektive primär boreal skog.*
- *Båda skogstyperna visade sig vara nettokällor för koldioxid till atmosfären.*
- *Vi fann att ett odlat granskogsbestånd förvandlades från att vara en netto kolsänka till en netto kolkälla på relativt kort tid och att nettoförlusterna berodde på en ökning av det totala ekosystemets andning under våren och hösten*
- *Urskogen var en årlig kolkälla under tio års mätningar. Det visade sig att småstörningar som resulterade i en ökning av död biomassa var tillräckliga för att orsaka att ekosystemet blev en nettokälla för koldioxid till atmosfären.*

Skogen

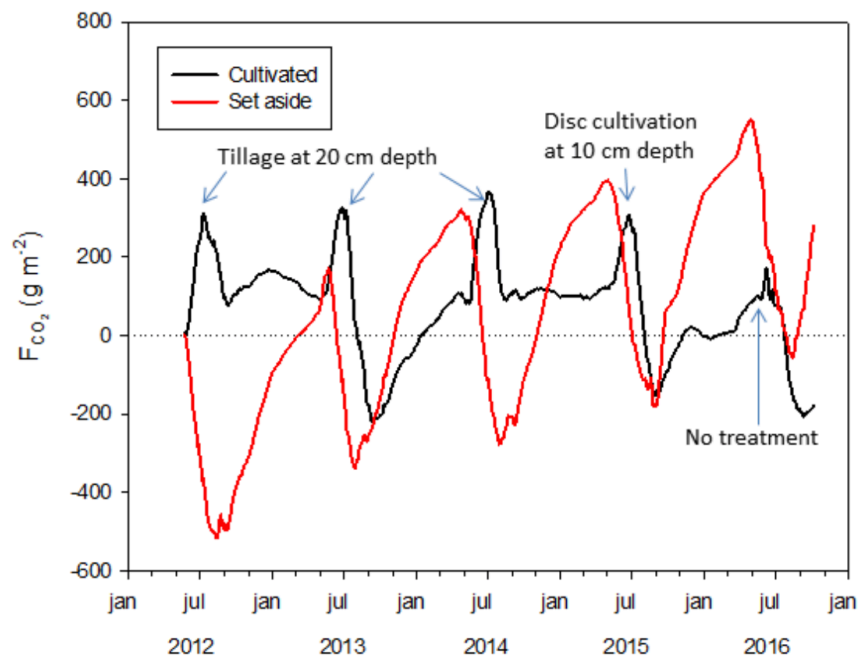
- *Båda resultaten var oväntade eftersom man allmänt ansåg att en odlad skog var ett kolsänke. Dock finns en del studier som visar att CO₂-upptagningsförmågan hos skogen beror på temperaturen.*
- *Dessa studier visar emellertid inte på det utan istället på att förändringar i ekosystemets funktion är största orsaken till kolbalansen. Men dessa kan ju vara en följd av klimatförändringar*
- *Detta visar att växelverkan mellan klimatsystemet och biosfären är mångfaldig och komplex, och mycket processförståelse behövs för att förutsäga framtida kolbudgetar och klimatscenarier.*

Jordbruksmark

- Syftet med studie III var att jämföra växthusgasflödena mellan en odlad jord och en icke odlad jord. Den övergripande upptäckten var att avsättning av icke odlade jordar inte minskar växthusgasutsläppen från ekosystemet och faktiskt sågs det odlade området fungera som ett litet koldioxidnät.
- När man överväger NBP var båda platserna koldioxidkällor.
- Denna studie indikerar därför att avsättning av icke odlade jordar inte kommer att leda till färre utsläpp och även kan leda till ökade utsläpp.

Jordbruks- mark

Det ackumulerade flödet av koldioxid från de odlade och icke odlade områden där markhantering markerats.



Odlad skog

NEE Net Ecosystem Exchange
TER Total Ecosystem Respiration

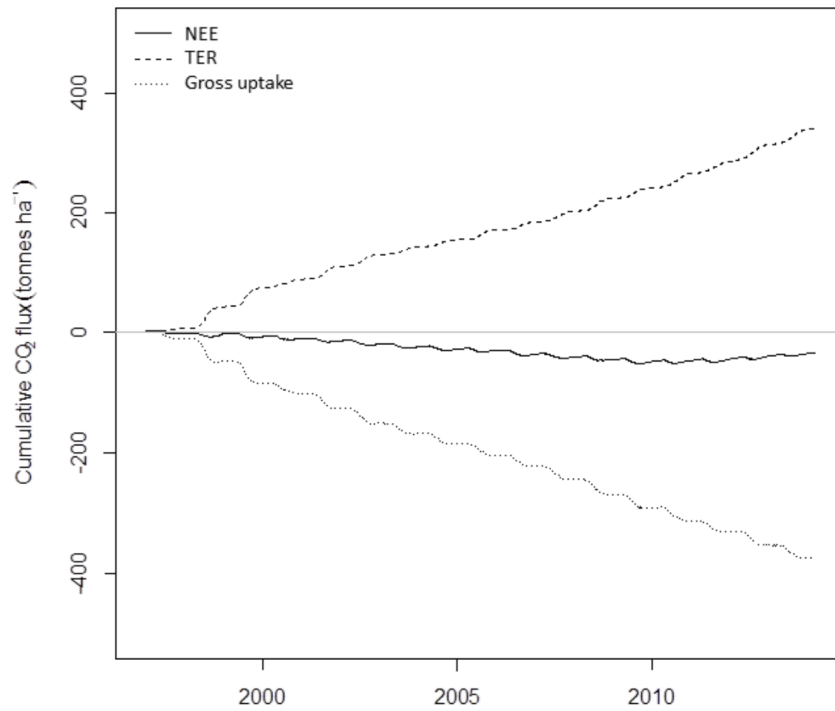


Figure 7. Accumulative flux of CO₂ of a managed forest (study I) shown as *NEE*, *TER* and gross uptake. Negative sign means uptake, positive sign means emission.

Odlad skog

Figuren visar daglig utsläpp i medeltal för träd av olika åldrar

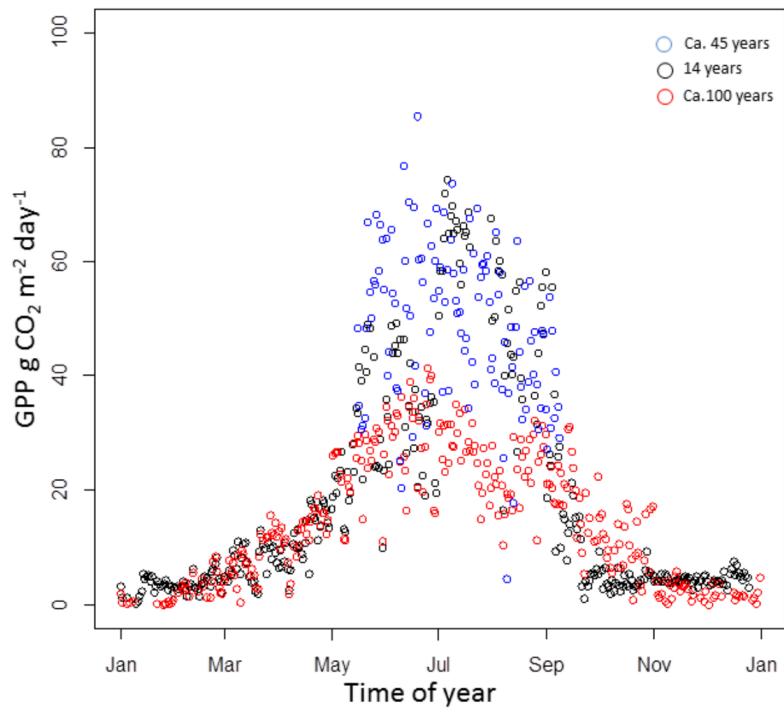


Figure 8. Gross primary production of a boreal forest chronosequence presented as daily averages. The levels of GPP are seen to differ on a seasonal basis and by forest age.

Lär igår, lev idag, hoppas för imorgon.



men glöm inte ifrågasätta

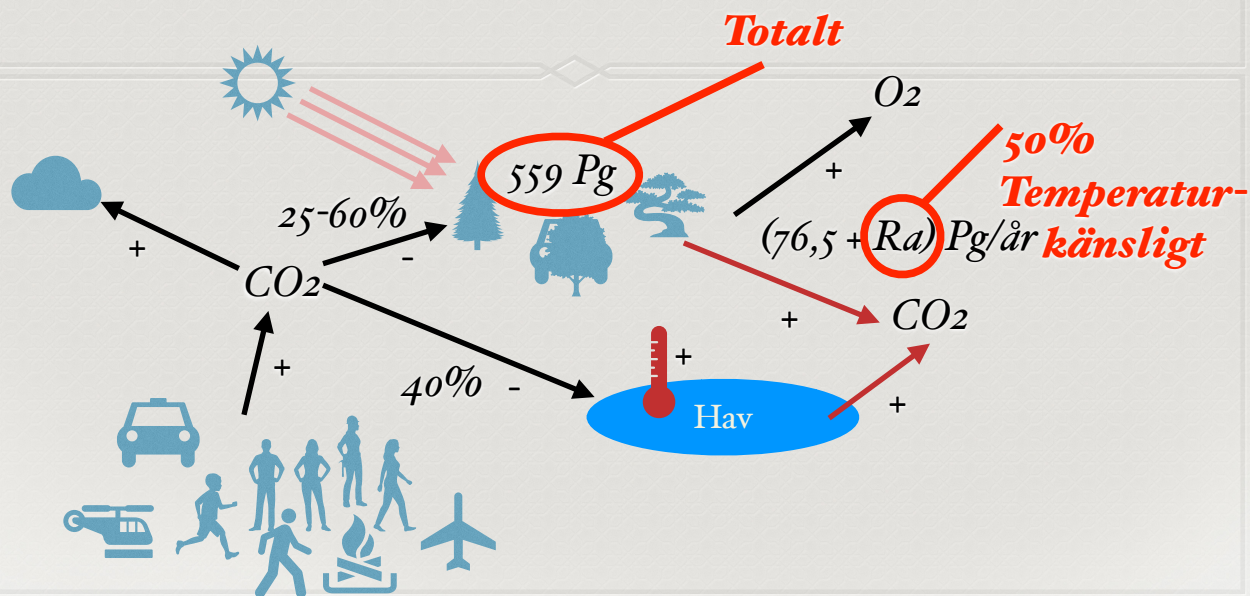
Kan detta verkligen stämma?

35

Felkällor

- *Mäter man rätt sak på rätt vis och på rätt plats?*
- *Stämmer teorin?*
- *Är det rimligt? Stämmer modellen?*
- *Urvalet är för litet, bara tre skogar. Finns det mer omfattande undersökningar?*

Bakgrundsmodell



Cc Per Flensburg

Vad mätes?

- Man mäter skillnaden mellan upp- och nedåtgående luftström.
- 400 ppm av skillnaden antas vara CO₂-upptag hos växten
- Man mäter 10-20 ggr/sek för att undvika annan påverkan.
- Men är det säkert att skillnaden beror på lövverets upptag av CO₂?
- Å andra sidan **bar** avhandlingen blivit godkänd!
- Vad finns för annan forskning?

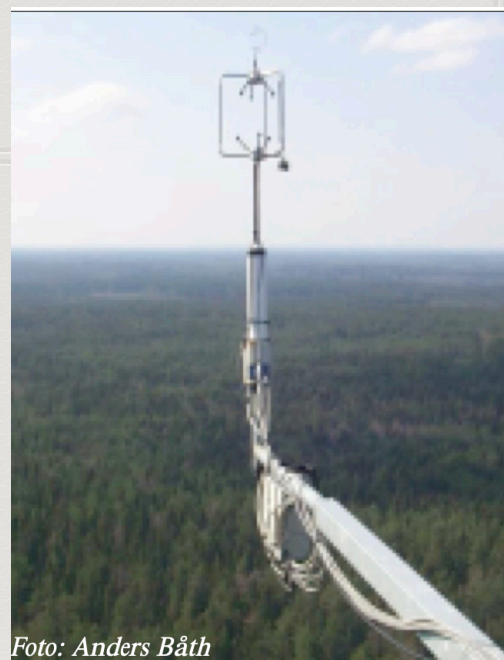


Foto: Anders Båth

Cc Per Flensburg

38

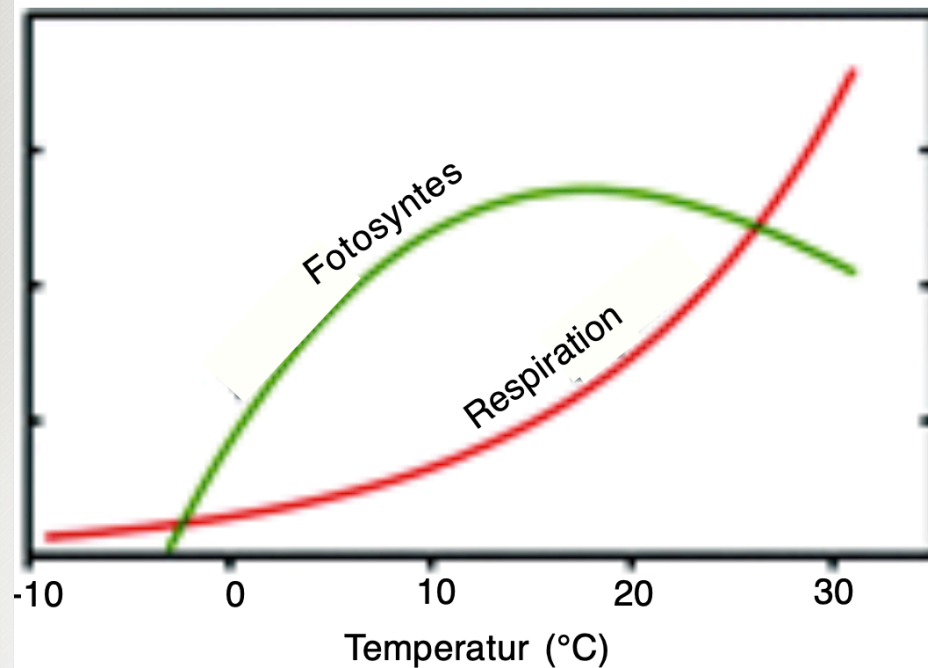


Annan forskning

39

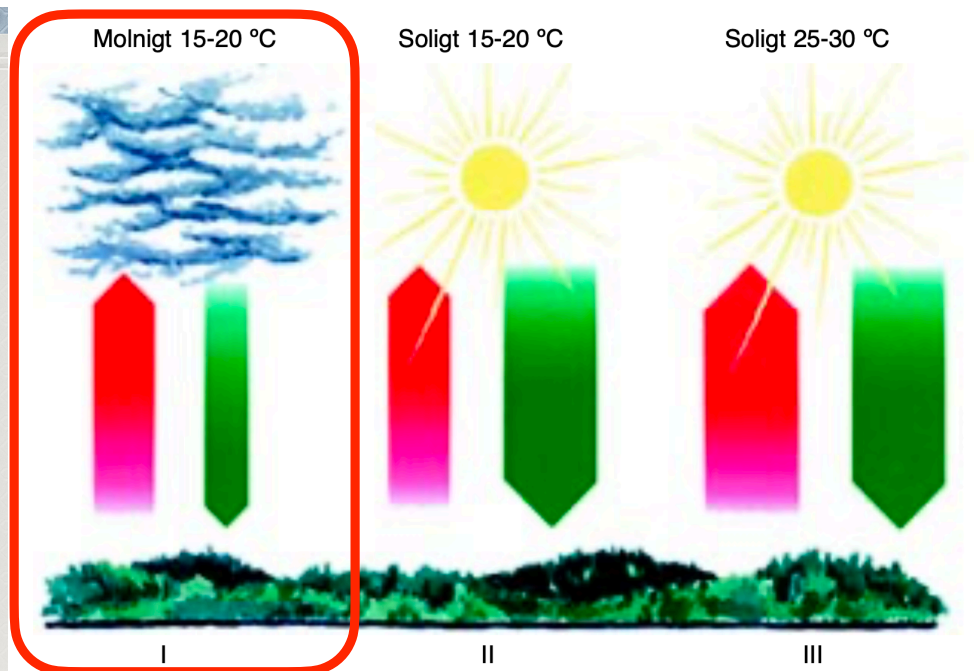
SLU: Fakta, skog nr 15 2000

- Skogens årliga kolbalans kan variera mycket mellan olika år, beroende på solinstrålningen under växtsäsongen och temperaturklimatet under året.
- Kolfixeringen i nordliga barrskogar är störst vid klart väder och temperaturer kring 15–20 °C. Riktigt varma dagar är respirationen från träden och marken så hög att skogen istället kan avge koldioxid.
- Kolfixeringen förändras under skogsbeståndets olika utvecklingsfaser. På kalytor samt i plant- och ungskog avges koldioxid. När skogen sluter sig och nettoproduktionen är som störst når kolfixeringen en topp varefter upptaget klingar av och avgivningen successivt ökar ju äldre beståndet blir.

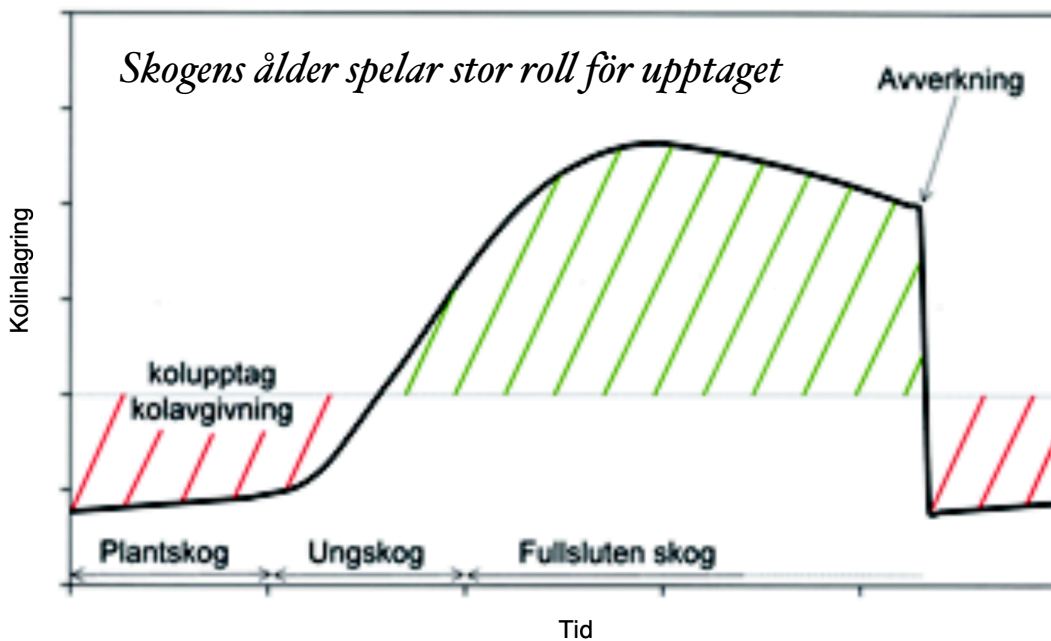


FIGUR 3. *Principiell skiss på ljusmättad fotosyntes (grön linje) och respiration (röd linje) vid olika lufttemperaturer.*

Det här är det vanligaste vädret i Sverige och då speciellt i de skogar Hadden undersökt!



FIGUR 5. *Granskogens kolupptag varierar vid olika solljus och temperaturförhållanden; (I) mulna dygn vid 15-20 °C, (II) soliga dygn vid 15-20 °C, samt (III) soliga dygn vid 25-30 °C. De gröna pilarna symboliserar kolupptag (fotosyntes) och de röda kolavgivning (respiration).*



FIGUR 6. Principskiss på hur kolinlagringen under en omloppstid kan se ut. Det grönstreckade området indikerar att skogen tar upp mer koldioxid än den avger. I det röstreckade området är förhållandena de motsatta.

43

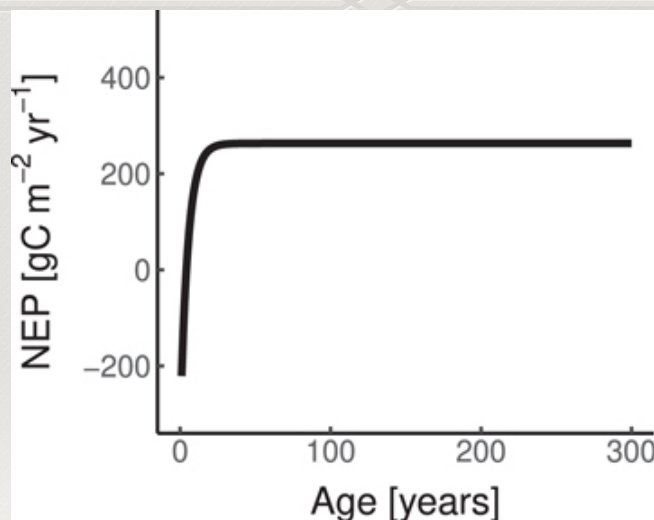
Nyare och större undersökning

- ✿ *Quantifying the effect of forest age in annual net forest carbon balance*
- ✿ *Simon Besnard^{1,2}, Nuno Carvalhais^{1,3}, M Altaf Arain⁴, Andrew Black⁵, Sytze de Bruin², Nina Buchmann⁶, Alessandro Cescatti⁷, Jiquan Chen⁸, Jan G P W Clevers², Ankur R Desai⁹, Christopher M Gough¹⁰, Katerina Havrankova¹¹, Martin Herold², Lukas Hörtnagl⁶, Martin Jung¹, Alexander Knobli¹², Bart Kruijt¹³, Lenka Krupkova¹¹, Beverly E Law¹⁴, Anders Lindroth¹⁵, Asko Noormets^{16,17}, Olivier Roupsard^{18,19}, Rainer Steinbrecher²⁰, Andrej Varlagin²¹, Caroline Vincke²² and Markus Reichstein¹*
- ✿ *Hide full author list*
- ✿ *Published 7 December 2018 • © 2018 The Author(s). Published by IOP Publishing Ltd*
- ✿ *Environmental Research Letters, Volume 13, Number 12*

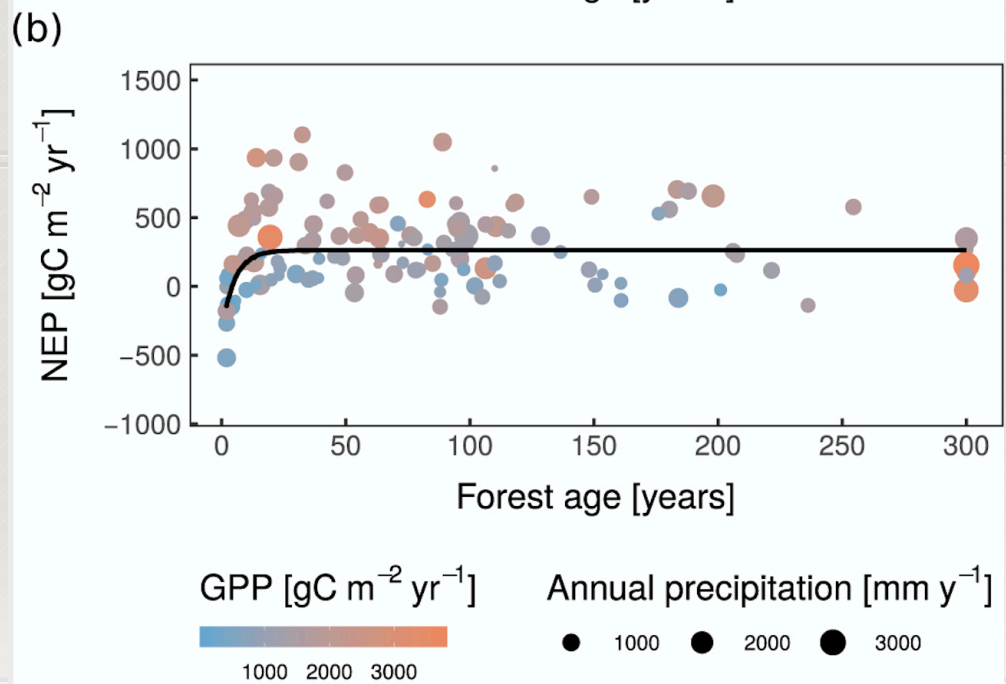
Nyare och större undersökning

- *Man har undersökt 126 olika bestånd*
- *De empiriska modellerna förklarade upp till 62% respektive 71% av den rumsliga och temporära variationen över respektive årlig NEP (Nettoutsläpp)*
- *En undersökning av modellstrukturer avslöjade att skogsåldern var en dominerande faktor för NEP: s variation jämfört med fysiska faktorer, såsom näringsämne tillgänglighet, markegenskaper och klimat.*

Nettoupptag per år, modell



Netto-
upptag
per år,
aktuella
medel-
värden.



Slutsats

- Medan total produktion av utsläpp, klimat och markegenskaper är betydande faktorer som påverkar variationen i NEP över rum och tid, visar vi slutgiltigt att skogsåldern fungerar som en stark indikator på rumslig tidsmässig variation i NEP.
- Många globala ekosystemmodeller förlitar sig på enkla framställningar av skogsålderns dynamik och få överväger rollen för successiva förändringar i kolcykelprocesser, som introducerar osäkerheter i långsiktiga simuleringar av skoglig kol-dynamik.



Mer om skogen

49

Skogen som bränsle

- *Det sägs att skogen är en klimatneutral energikälla. Detta stämmer på lång sikt, men inte i den horisont vi rör oss inom ca fram till 2050*
- *Hugger jag ner ett träd och eldar upp det frigörs en massa CO₂. Även om jag direkt planterar ett nytt träd, så tar det ca 20 år innan det blir en kolsänka.*
- *Trä avger 1,2 ggr mer CO₂ än kol och naturgas avger bara hälften så mycket CO₂ som trä när det brinner.*
- *Ur klimatsynpunkt är ved ett mycket dåligt bränsle. Det är bäst om det får ligga obränt i vedboden*
- *Topp och grenar som ändå bara skulle ligga och ruttna blir dock utmärkt bränsle*

Vad göra med virket

- När ett träd är avverkat innehåller det ganska mycket kol, som gradvis frigörs då trädet bryts ner. Det gäller alltså att hindra nerbrytningen...
- Att göra papper är ingen bra idé. Alltså ska vi använda så lite papper som möjligt!
- Bygga hus av trädet är en god idé. Huset kommer att stå i 50-100 år och därefter kanske virket används till annat.
- Tryckimpregnering bevarar träet längre, men har förmodligen andra negativa miljöeffekter.
- Att låta trädet stå kvar kan vara en god idé, men skogsägaren måste få avkastning av sin skog

Skogsbränder

- Skogsbränder kommer att bli allt vanligare. Där frigörs stora mängder CO₂ och dessutom en massa rökp Partiklar.
- Röken motverkar temperaturstegring, koldioxid påskyndar den. Röken försvinner dock efter en tid, CO₂ blir kvar i tusentals år!
- Kvar efter en skogsbrand står en mängd mer eller mindre förkolnade trästammar. De innehåller ganska mycket kol, men vad blir av det?
- Kan man förmoda att det som brinner i en skogsbrand är topp och grenar som ändå skulle ha förbrukats vid en avverkning?

Klimatkompensation?

- *Planterar jag ett träd tar det 15-20 år innan det blir ett kolsänke. Dessförinnan är det en kolkälla.*
- *Men gäller detta överallt på jorden? Även i tropikerna?*
- *Trädplantering har många andra goda effekter: Ökenspridning hindras, marken förbättras och blir odlingsbar medförande mindre svält och fattigdom och klimatflyktingar*

SLUT