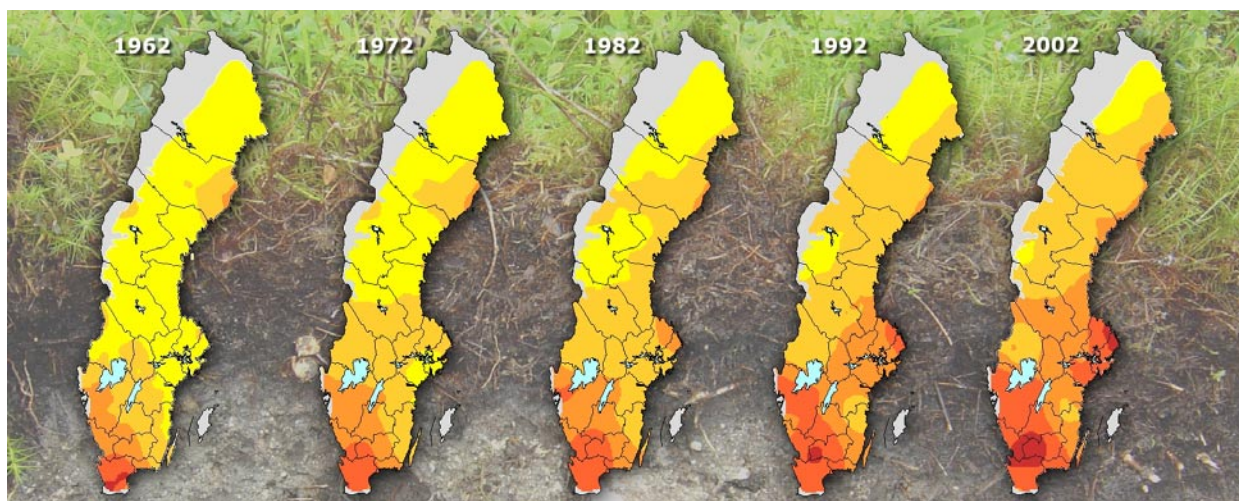


Kolfastläggning i svensk skogsmarkshumus – direkt mätta värden

Direktmätningar av kol i humuslagret visar att:

- det sker en upplagring av kol i humuslagren i svensk skogsmark
- mer än hälften av svensk skogsmark har en upplagringshastighet om 140 – 280 kg kol per hektar och år med de högsta värdena kring 700 kg
- den genomsnittliga kolfastläggningen i markens humuslager är ca 180 kg per år
- endast omkring 3 procent av humuslagren i svensk skogsmark är en kolkälla
- tallskog binder mera kol i humus än granskog



Att kunna bestämma inbindningen av växthusgasen koldioxid exempelvis i mark är viktigt ur miljösynpunkt. Kunskapen är också viktig i de klimatförhandlingar som pågår mellan olika länder i världen. Olika modeller kan beräkna fastläggningen rent teoretiskt (se Fakta Skog nr 6, 2005) men det är givetvis även viktigt att kunna ge den faktiska, mätta upplagringen, inte minst för att bekräfta eller förkasta modellernas giltighet. Den första fastläggningen av koldioxid, eller kol i humus, sker när förna bryts ner i det organiska lagret över mineraljorden och en stabil rest bildas. Denna bidrar till mängden kol i humuslagret, en fastläggning som vi kan kalla primär fastläggning.

När förna brutits ned till sitt gränsvärde (Fakta Skog nr 6, 1999) har, enligt

en modell, dess nedbrytningshastighet kommit att vara nära noll, och de svårnedbrytbara resterna lagras upp som markorganiskt material i stort sett linjärt mot tiden. En sådan linjär ökning har vi kunnat beräkna över en tidsrymd av ca 3 000 år och anknyta till en uppskalning för hela Sverige.

Tack vare ståndortskarteringens långsiktiga markmätningar kan vi nu redovisa resultat av markinventeringar som ägt rum under en tidsrymd av 40 år på inte mindre än 83 000 mätytor över hela Sverige.

Dessa direktmätningar ger i praktiken svar på den faktiska upplagringshastigheten av kol, vilken kan användas av olika forskargrupper som kontroll av deras teoretiska beräkningar.

Artikeln kan ses som en fortsättning av två tidigare nummer av Fakta Skog som utvecklar forskning över kolinlagring (Berg, nr 6 1999) respektive behandlar en uppskalning av kolfastläggning i huvudsakligen boreal skog (Berg m.fl. nr 6 2005).

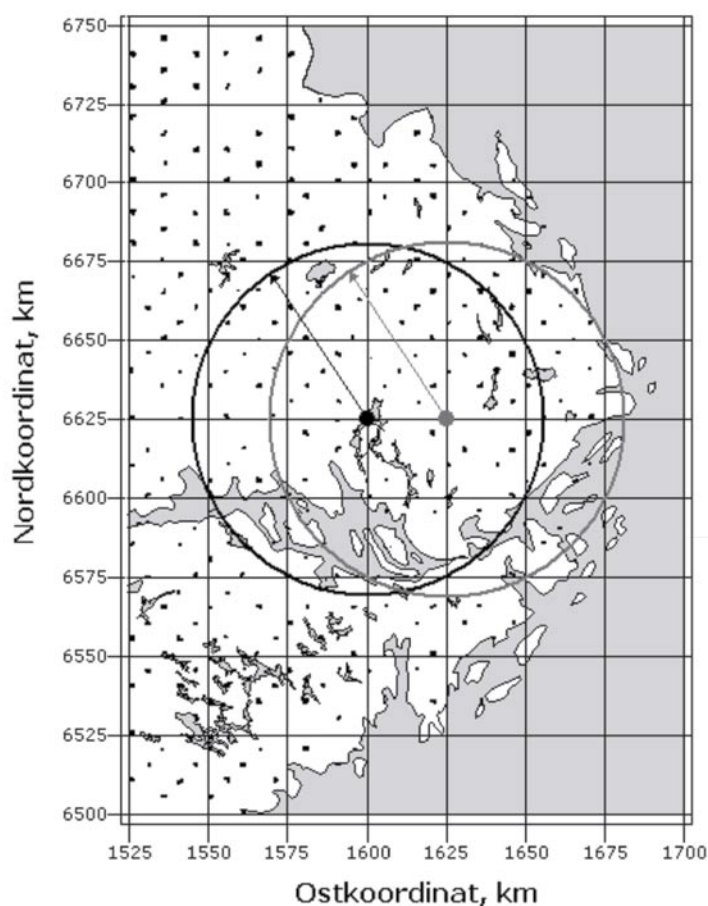
Redovisade resultat har tagits fram i ett samarbete mellan forskningsinstitutet BITÖK, numera BAYCEER i Bayreuth, Tyskland, Institutet for Skov og Landskab, KVL i Köpenhamn, och Institutionen för skoglig marklära, SLU i Uppsala.

Med en effektiv bekämpning av skogsbrand har vi idag avlägsnat den troligen viktigaste negativa faktorn för humuslagrens tillväxt. En annan viktig faktor är givetvis markberedning som ökar nedbrytningshastigheten av humus. I de av oss använda mätytorerna har vi bortsett från denna påverkan under mättiden.

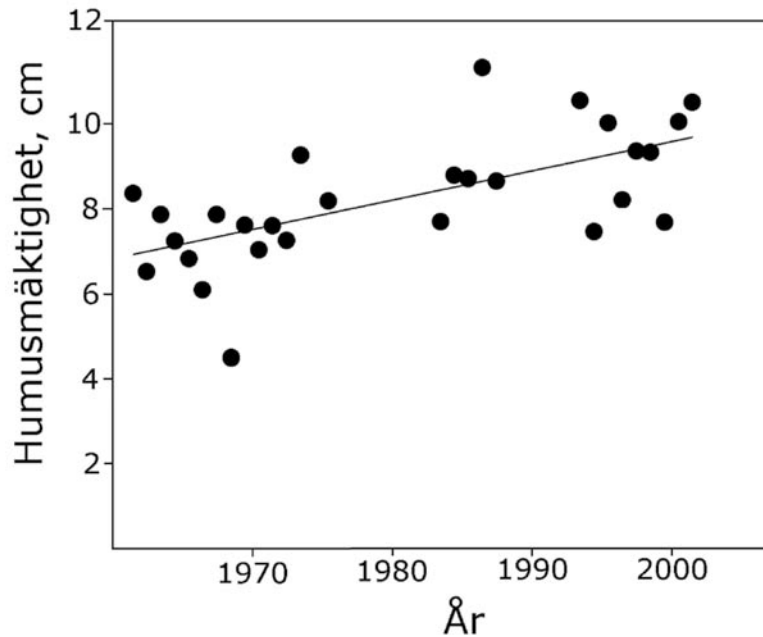
Vi kan mäta humuslagrens tillväxt...

Genom att mäta dels hur mycket humuslagret tillväxer, dels humusens volym samt genom att analysera mängden kol kan vi bestämma hur fort kol fastläggs i humus. I ett första steg mäts humusdjupet. Genom att mäta på ett mycket stort antal platser och över en längre tidsrymd kan osäkerheten i mätningarna som orsakas av den stora variationen kraftigt minskas.

Här redovisas resultat från mer än 400 000 enskilda mätningar av humusdjup, från 83 000 olika mätytor (Figur 1). Genom en interpolering har mätta humusdjup överförts till det nationella koordinatnät som täcker Sverige. Yt enheten som användes för dessa beräkningar utgjordes av en cirkel med radien 55 km och med centrum i skärningspunkten mellan 25 x 25 km stora ytor i det nationella koordinatsystemet. För var och en av dessa mittpunkter beräknades det linjära sambandet mellan ökningen i humusdjup och tid (Figur 2). En enkel multiplikation mellan humusdjup och kolhalten i humusen för varje yta ger sedan ökningen av mängden kol.



Figur 1. Mätningen av humusmängdighet skedde på ca 131 000 cirkulära mätytor om 6,4 till 10 meters diameter illustrerade av de jämnt fördelade små punkterna på bilden. Resultaten har överförts till kvadrater i det nationella koordinatsystemet genom interpolation där de mätta resultaten från de enskilda mätpunkterna överförs till en yta.



Figur 2. När humusdjupet har beräknats för en skärningspunkt i det nationella koordinatsystemet (jfr figur 1) beräknas ökningen i humusmaktighet med linjär regression. Det genomsnittliga humusdjupet jämförs alltså med tiden, och i ett senare skede omräknas humusdjupet till kolmängd med hjälp av värden från kolanalyser.

...och hur den fördelas över landet...

Kolfastläggningen beräknades för skogsmark med jordmånstypen podsol, den vanligaste jordmånstypen i Sverige. Sexhundrafyrtio linjära samband som beräknades för lika många skärningspunkter i koordinatsystemet (Figur 1) gav då ett medelvärde på 176 kg kol per hektar och år och kolmängdens fördelning över Sverige kunde beräknas (Figur 3).

Den största årliga upplagringen av kol i humus uppmättes i östra Uppland och Sörmland med mer än 430 kg kol per hektar på marker där andelen skog var över 60 procent. Dessa marker utgör ca tre procent av skogsmarken. På skogsmarker motsvarande omkring elva procent av skogsmarken uppmättes upplagringshastigheter i humus på mellan 280 och 420 kg kol per hektar och år. Dessa ytor var belägna fläckvis över landet men med huvudandelen söder om Dalälven. Den största ytandelen, ca 54 procent, har en årlig fastläggning av kol på mellan 140 och 280 kg per hektar och år. Även dessa ytor fördelade sig över hela landet. Cirka 29 procent av skogsmarken har en fastläggning som

ligger mellan 0 och 140 kg per hektar och år. Dessa ytor ligger främst i Norrland, Värmland, Östergötland och Skåne. Slutligen uppmättes en minskning av kolförrådet på mindre än tre procent av skogsmarken. Sådana ytor återfanns bland annat i södra Skåne och i den nordligaste delen av det beskogade området i Norrland.

...och skiljer sig mellan trädslag

Man kan i begränsad omfattning jämföra hur fort olika trädslag har lagrat upp kol i humusen. En sådan jämförelse visade att mer kol lagrades upp i talldominerad skog (i genomsnitt 263 kg per hektar och år) jämfört med grandominerad skog (178 kg per hektar och år). Skillnaden var statistiskt säkerställd.

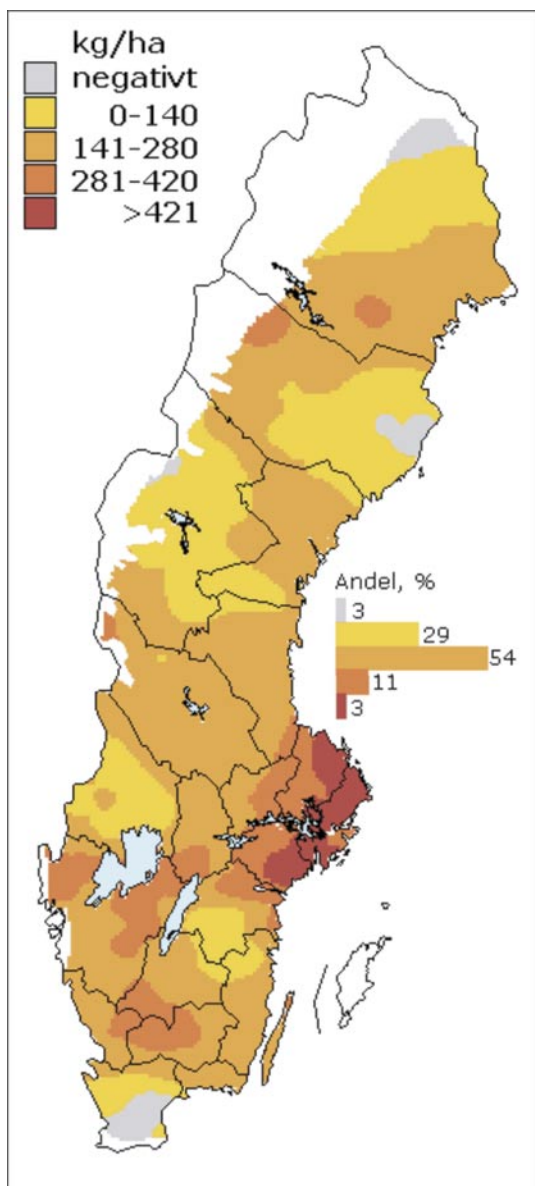
Vi kan jämföra med en teoretisk ansats...

En jämförelse med den teoretiskt-empiriska ansats som presenteras i Fakta Skog nr 6 (2005) gjordes också. Där erhöles en genomsnittlig upplagringshastighet om 180 kg kol per hektar och år, vilket kan jämföras med de 176 kg per hektar och år som direktmättes och redovisas här.

...och med en mätmetod för koldioxid

Vår direktmätning gav en mycket hög inlagringshastighet i östra Svealand, exempelvis i mellersta Uppland, med en inlagring av mer än 420 kg kol per hektar och år (Figur 3). Med en annan metod mätte Valentini m.fl. (2000) kolinlagring och kolfrigörelse i samma område i Uppland. Man fann då att skogen var en koldioxidkälla, det vill säga mera kol frigjordes än vad som inlagrades.

Så dramatiska skillnader visar entydigt nödvändigheten av att använda och helst även utvärdera flera metoder att bestämma skogsmarkens förmåga att lagra in kol. Dessutom behöver de kvantifieras för olika marklager. Att enbart mäta nettoflöden av koldioxid såsom Valentini m.fl. (2000) gjorde ger en mycket begränsad information och reflekterar inte vad som händer i enskilda delar av skogsekosystemet. De skillnader i kolfastläggning över landet som vi observerat (Figur 3) liksom den observerade effekten av trädslag ökar kraven på genomtänkta ekosystem- och metodstudier.



Figur 3. Kartan visar hur fort kol inlagras i humuslagren i skogsmark över Sverige. De högsta värdena – upp till över 420 kg C per hektar och år – har uppmätts i östra Mellansverige. På en mindre yttandel (ca 3 %) sker en minskning, exempelvis i södra Skåne, i Västerbottens kustland och i nordligaste Norrland. Skalan till vänster visar ökningshastigheten. Skalan till höger visar andelen av den undersökta skogsmarken som har en viss ökningshastighet.

Ämnesord

Kolsänka, kolkälla, kolinlagring, markkol, humuslager, skogsmark, ståndortskarteringen

Läs mer

- Akselsson, C., Berg, B., Meentemeyer, V., och Westling, O. 2005. Carbon sequestration rates in organic layers of boreal and temperate forest soils – Sweden as a case study. *Global Ecology and Biogeography* 14: 77-84.
- Berg, B., Gundersen, P. och Meentemeyer, V. 2005. Kolfästläggning uppskalad till Svensk skogsmark – en sänka för koldioxid. Fakta Skog Nr 6.
- Berg, B. 1999. Humusupplagring i skogsmark – en sänka för koldioxid. Fakta Skog Nr 6.
- Valentini, R. m.fl. 2000. Respiration as the main determinant of carbon balance in European forests. *Nature* 404: 861-865.

Författare



Björn Berg är forskare vid Forskningsinstitutet Skov og Landskab Hörsholm Kongevej 11, 2970 Hörsholm, Danmark.
Tel: +45 3528 1662
E-post: bbe@kvl.dk



Maj-Britt Johansson är professor vid institutionen för skoglig marklära, SLU, Box 7001, 750 07 Uppsala.
Tel: 018-672232
E-post: maj-britt.johansson@sml.slu.se



Åke Nilsson institutionen för skoglig marklära, SLU, Box 7001, 750 07 Uppsala.
Tel: 018-673458
E-post: ake.nilsson@sml.slu.se



Ansvarig utgivare:
Redaktör:

Jan-Erik Hällgren, SLU, Fakulteten för skogsvetenskap, 901 83 UMEÅ
Göran Sjöberg, SLU, Fakulteten för skogsvetenskap, 901 83 UMEÅ
Telefon: 090-786 82 96 • Telefax: 090-786 81 02
E-post: goran.sjoberg@adm.slu.se
www.slu.se/forskning/fakta

Webbadress:
Prenumeration och lösnummer:

SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA
Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 35 00
E-post: Publikationstjanst@slu.se

Prenumerationspris:
Tryck:

320 kronor + moms
Elanders Tofers AB, Uppsala 2006
ISSN 1400-7789 © SLU