

Flöden av växthusgaser till och från åkermark – Prognos till år 2030

Olof Andrén, Thomas Kätterer, Inst f Mark o Miljö, SLU

Sammanfattning

Med växthusgaser menar man vanligen koldioxid, metan och lustgas. Flödena av metan och lustgas från marken är låga, men deras 'värmande' effekt per molekyl är större än för koldioxid, ca 25 respektive 300 gånger större. Eftersom koldioxid tas upp genom grödans fotosyntes och kolhydrater m.m. tillförs marken via rötter och skörderester kan man genom att mäta kolförrådets förändringar i marken studera hur flödena varit under en tidsperiod, ofta 10-20 år. Denna möjlighet har man inte för de andra gaserna, eftersom de avges i små mängder och under vissa specifika förhållanden. Alltså vilas prognoser för dessa gaser på betydligt lösare sand än kol/koldioxidbalanser, och koncentrerar oss här på kolet. För beräkning av kol/koldioxidbalanser krävs naturligtvis också beräkningar av det årliga inflödet av skörderester (vilket vi beräknar från skördestatistik) samt beräkning av hur snabbt växtmaterialet bryts ner och går upp i atmosfären som koldioxid från mikroorganismernas andning i marken (vilket vi beräknar från väderdata och grödans kvalitet).

Kolbalanserna i marken beräknas sedan med hjälp av en modell, ICBM, som vi anpassar till vädermark- och skördedata från 1990 fram till nutid för olika produktionsområden m.m. Utgående från denna kunskap kan vi göra prognoser in i framtiden. Prognosen fram till 2030 är: Nu är våra mineraljordar (icke f.d. torvmarker) i stort sett i balans – dvs de varken binder eller förlorar koldioxid. Förråden av kol i jordbruksmarken är stora i ett internationellt perspektiv, ca 100 ton per hektar i matjorden. Detta innebär att vi har ett stort kapital att förvalta – med andra ord krävs ett effektivt jordbruk med effektiv fotosyntes där vi anpassar oss till ett eventuellt förändrat klimat. Ett varmare och fuktigare klimat skulle leda till en snabbare nedbrytning och koldioxidavgång. Dock kan man troligen kompensera för den ökade nedbrytningen genom att växtproduktionen också gynnas av klimatförändringen – om man får använda sig av moderna jordbruksmetoder. Om man däremot skulle gå bakåt och återinföra s.k. 'ekologisk' odling så skulle detta medföra allvarliga konsekvenser – redan vid dagens klimat skulle en omläggning av stråsådesodlingen till 'eko' medföra en årlig kolförlust från jordbruksmarken motsvarande koldioxidutsläppen från 675 000 personbilar, eftersom förbudet mot handelsgödsel skulle innebära halverad fotosyntes och halverad skörd (Andrén och Kirchmann 2008).

Vad gäller metan har man uppskattat att avgången från kons matsmältning och stallgödseln globalt har ungefär samma växthuseffekt som koldioxidavgången från organogena jordar. Den beräknade lustgasavgången från jordbruksmarken är något högre, men värdena är mycket osäkra, särskilt vad gäller Asien.

Definitioner:

I miljösammanhang används ofta synnerligen diffusa begrepp som om de vore väldefinierade. För att undvika förvirring definierar vi här de begrepp vi använder och ger en liten bakgrund.

Fotosyntes och koltillförsel:

Denna centrala syntes i alla växter är basen för all grön biomassproduktion, inklusive jordbruk. Växten tar upp koldioxid, CO₂ och vatten och bildar syre och kolhydrater (cellulosa, socker, stärkelse). Här sker alltså själva reduktionen av CO₂-halten i atmosfären. En frisk gröda av rätt sort med god tillgång på växtnäring och vatten ger det högsta CO₂-upptaget per hektar. Den del av växten som inte tas bort från fältet bryts så småningom ned av markens organismer och blir åter CO₂. Inflödet av kol till marken sker via skörderester och rötter. Ju högre biomassproduktion, desto större koltillförsel till marken.

Kolfastläggning:

Växthusgasen koldioxid, CO₂, består till 27% av kol. Alltså motsvarar 1 kg kol 3,7 kg CO₂. Kolfastläggning går ut på att man försöker öka mängden kol i marken för att därigenom reducera CO₂-halten i atmosfären. Både förna och humus i marken innehåller ungefär hälften kol, men förnan som består av nyligen dött växtmaterial bryts snabbare ner till CO₂ av markens organismer än äldre humus. Tyvärr omvandlas bara ungefär 10% av förnan till humus – resten avgår som CO₂ under de första åren. Vid kolfastläggning vill man helst öka det mer resistent materialet, såsom humus eller till och med svart kol.

Produktivitet:

Odlingens produktivitet är mängd producerad växtbiomassa per yta och tidsenhet, exempelvis kilo per hektar och år. Eftersom jordbruk bedrivs för att få ut en viss mängd produkt (exempelvis 10 ton höstvetete per hektar), så innebär en lägre produktivitet att mer areal måste tas i anspråk. Högre produktivitet i odlingen innebär att mer areal kan avsättas till naturreservat, naturmark, biobränsleproduktion etc.

Modernt jordbruk:

Kallas ofta något nedsättande för "konventionellt" jordbruk. Karakteriseras av en praktisk syn på tillvaron: - Hur försörjer vi jordens befolkning, lantbrukaren och hennes familj och bevarar och förbättrar miljön? Karakteriseras även av en odogmatisk syn; nya åtgärder prövas och utfallet avgör om de rekommenderas. Man kan ändra sig, och i ljuset av nya rön eller en ny situation (exempelvis höjda livsmedelspriser eller nytt miljöalarm) kan tidigare icke rekommenderade åtgärder lyftas fram eller hittills rekommenderade åtgärder (som kvicksilverbetning) till och med förbjudas.

Ekologisk odling:

Ordet ekologi betyder ungefär "läran om samspelet mellan organismer och mellan organismer och deras miljö". På senare år har det också fått betydelsen "allmänt sunt och säkert bra för miljön", och det är nog i den betydelsen det används inom ekologisk odling, som också kallas för alternativodling (åtminstone förr) eller organisk odling (mest internationellt). Ekologisk odling definieras av att man

”inte använder syntetiska bekämpningsmedel eller löslig handelsgödsel”. Utgör alltså en delmängd av ”Modernt jordbruk” ovan men med ett par förbud. Förbudens motivering har varierat med åren, men produktkvalitet, ’överproduktion’ och olika miljöskäl, nu senast ”hållbarhet” och ”näroproducerat” har angivits. Ekologisk odling uppfattas som en garant för miljövänlighet, inklusive hög kolfastläggning och liten klimatpåverkan, men förbuden kommer från antroposofin och biodynamiken, ej miljöhänsyn. Antroposofins upphovsman, den klärvoajante österrikaren Rudolf Steiner, föreläste 1924 om hur konstgödsel medför att ”jordbruksprodukter degenereras och kan på sikt inte användas som människoföda”. Genom att i stället använda preparat framställda av växter och djurorgan (exempelvis röllekablommor i urinblåsor från kronhjort) skulle i stället ”kosmiska krafter” infångas, som utgör en viktig del av den ockulta antroposofiska läran. Se exempelvis Rudolf Steinerhögskolan: <http://www.steinerhogskolan.se>. I ekologisk odling använder man inte preparaten, men man har tagit över förbuden. Vi hänvisar till Kirchmann och Bergström (2008) för en djupgående analys.

Hållbar (eller uthållig):

Brukade betyda ungefär ”något som tål omild behandling och håller länge”. I miljöpolitiska sammanhang betyder hållbar numera någonting snävare och begreppet används ibland i motsats till dess ursprungliga betydelse. Förmodligen är ”lågteknologisk” en dold komponent, eftersom en ogödslad gröda som sakta men säkert utarmar jorden och ger ringa matproduktion ibland anses hållbar, medan det välskötta och gödslade fältet inte anses vara hållbart. Ett förvirrande begrepp, som ofta är frikopplat från fakta, men trots detta är en hörnsten inom miljöpolitiken, eftersom det låter bra.

Beräkningar, resultat och slutsatser

Inom detta begränsade utrymme kan vi inte fullt ut beskriva hur våra beräkningar utförs. Dock kan vi översiktligt beskriva tankarna bakom. För det första behöver man en beräkningsmodell för att kunna räkna på kolbalanserna i marken. Vi har valt att utforma en enkel modell med bara fem parametrar (Fig. 1, Naturvårdsverket 1999).

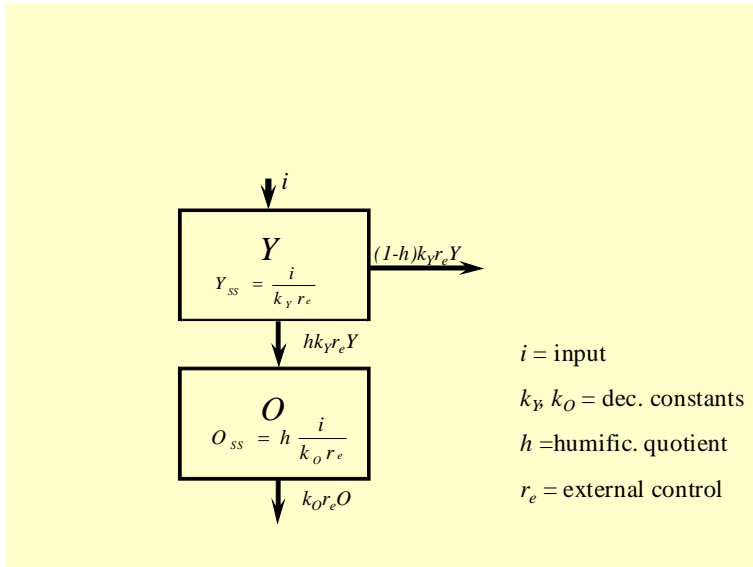
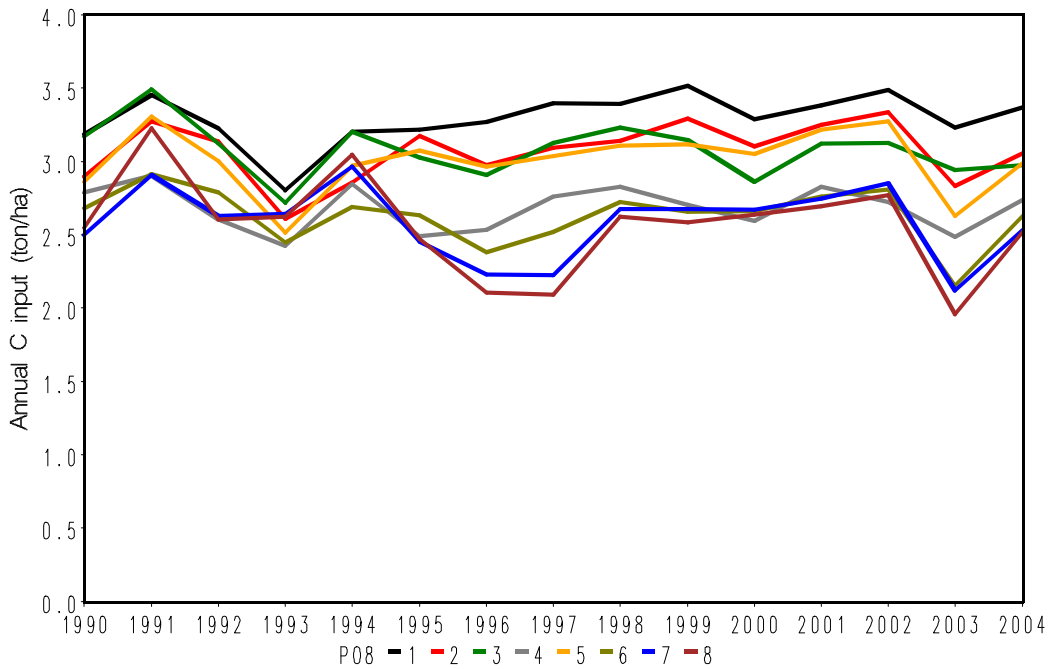


Fig. 1. Introductory Carbon Balance Model, ICBM – den enkla kolbalansmodell vi använder oss av. Se texten för förklaring. *ICBM-the carbon balance model we use (see also Andrén et al 2008)*

Det årliga inflödet, *i*, beräknas som andel av skörden, med olika parametervärden för olika grödor. Klimatparametern, *r_e*, beräknas utifrån dagliga väderdata, markens vattenhållande förmåga och funktioner för sambandet mellan temperatur, vattenhalt och mikrobiell nedbrytningsaktivitet. Parameter *h*, humifieringskoefficienten avgör hur stor andel av det färska växtmaterialet som stabiliseras som humus. För halm ligger *h* lite över 10%, och stallgödsel vanligen kring 35%. Det låga värdet för halm innebär att efter 5 år har uppemot 90% av halmens kol avgått som koldioxid. Parametrarna *k_Y* och *k_O* avgör hur snabbt det färska växtmaterialet, *Y*, respektive det äldre, *O*, bryts ner. Pilarna som går ut från lådorna representerar koldioxidavgång från mikroorganismernas andning.

Vi har matat modellen med årliga skördevärden, väderdata etc. sedan 1990 för olika regioner och kommit fram till att de årliga variationerna är små – i relation till den stora mängd kol våra cirka 3 miljoner hektar åkermark innehåller, ca 300 miljoner ton (Andrén m. fl., 2008).

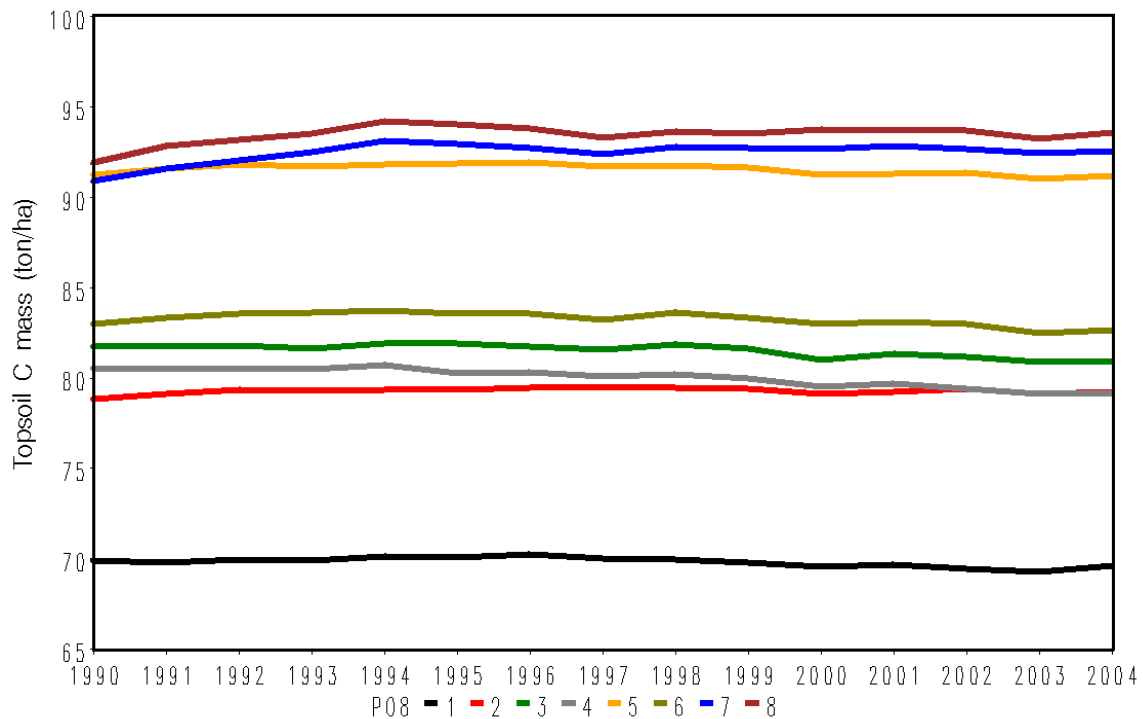
Fig. 2 Beräknat årligt kolinflöde från grödan 1990 -2004. De olika kurvorna representerar de 8 produktionsområdena, mer eller mindre från söder till norr. *Annual carbon input from crops 1990-2004. 1- 8 represent agricultural production areas. (From Andrén et al. 2008).*



Som framgår av fig. 2 är den årliga tillförseln av kol (inklusive stallgödsetillförsel) tämligen jämnt fördelad över tiden, och ingen särskild trend kan skönjas.

Om vi försöker skåda in i framtiden vad gäller kolförrådet i marken bör vi först begrunda nutiden (Fig. 3). Notera att Y-axeln är kapad vid 65 ton/ha, och att dynamiken därför är överdriven. Som synes förefaller trots detta kolförrådet vara tämligen konstant, men högre i norr, lägre i Mellansverige och markant lägre i Skånes kustnära områden (PO8=1). Noteras bör att variationen mellan år i väderlek är större än vad som genomsnittligt kan förväntas i klimatprognoserna, och ändå är skillnaden mellan år i kolförråd tämligen liten. Det förefaller därför rimligt att anta att vi med normal anpassning till ett möjligen förändrat klimat ska kunna bibehålla våra stora kolförråd i ett perspektiv fram till 2030.

Fig. 3. Beräknat årligt kolförråd i matjorden (organogena jordar undantagna) 1990 -2004. De olika kurvorna representerar de 8 produktionsområdena, mer eller mindre från söder till norr. *Annual carbon pools 1990-2004. 1- 8 represent agricultural production areas. (From Andrén et al. 2008).*



De jordar som kallas organogena, och är utdikade torvmossar o dyl, har under årtusenden ansamlat växtmaterial som sakta omvandlas till torv under vattenytan. När man dränerat mossen så syret kommer åt bryts torven ner och levererar näringsämnen till grödan – men koldioxid avgår också. Preliminära beräkningar visar på att ungefär 1 miljon ton kol per år årligen förloras från svensk organogen åkermark. Möjligen är denna beräkning i överkant, och forskning pågår för att minska dessa förluster. En intressant idé är att på dessa jordar odla högproducerande grödor som åtminstone delvis kan ta upp och kompensera för den avgivna koldioxiden.

En rimlig klimatförändring bör vi kunna bemöta och till och med kanske dra nytta av ur kolbalanssynpunkt, eftersom med modernt jordbruk bör vi kunna öka produktiviteten i en grad som motsvarar den ökade nedbrytningshastigheten om temperaturen eventuellt skulle öka. Vad vi möjligen bör oroa oss mer för inför 2030 är de mer slumpartade extremerna som kanske blir vanligare – exempelvis skulle vissa kombinationer av varmt och fuktigt väder kunna ge svåra svampangrepp på grödan etc. Slutligen vill vi påpeka att de åtgärder vi vidtar måste vara grundade i sund vetenskap – vi kan inte producera mat genom slagordsproduktion och önsketänkande.

Litteratur

Andrén, O., Kirchmann, H. 2008 Ekologiskt jordbruk ger mera koldioxid i atmosfären. I: Klimatfrågan på bordet, pp. 299-312. Formas Fokuserar, Stockholm.

Andrén, O., Kätterer, T., Karlsson, T. and Eriksson, J. 2008. *Soil C balances in Swedish agricultural soils 1990-2004, with preliminary projections*. Nutrient Cycling in Agroecosystems 81:129-144.

Kirchmann H, Bergström L (Red.). 2008. *Organic Crop Production – Ambitions and Limitations*, 240 pp, Springer, Dordrecht, The Netherlands, ISBN: 978-1-4020-9315-9

Gesslein, S. 2001. *Odlingssystem, växtnäring och markbördighet – 18 års resultat från en tidigare utarmad jord*. KSLA tidskrift 140:3-77.

Naturvårdsverket. 1999. *Kolbalanser i jordbruksmark – modellberäkningar*. Temafakta, Naturvårdsverkets förlag, 8 sid. Naturvårdsverket, Stockholm.